

रसायन दर्शन

संयोजक : रमेश सुमन्त महेता
प्रधान सम्पादक : भोगीलाल गांधी
सहायक सम्पादक : बंसीधर गांधी

सम्पादक-मण्डल

श्री ईश्वरभाई पटेल : श्री उमाशकर जोशी : श्री वावूभाई जश० पटेल
श्री रविशकर रावल : श्री बी० सी० पटेल : श्री एच० एम० पटेल
श्री व० ही० भणोत : श्री यशवन्त शुक्ल : श्री हरिहर प्रा० भट्ट
श्री विजयगुप्त मौर्य : श्री पी० सी० वैद्य : श्री नीरूभाई देसाई
श्री जशभाई का० पटेल : श्री अम्बूभाई पटेल : श्री भोगीलाल साडेसरा
श्री रमणभाई पटेल : श्री जे० जी० चौहान

152112.3

7321/05

परामर्शकगण

पंडित सुखलाल जी : श्री रामप्रसाद वक्षी
श्री काकासाहेब कालेलकर : श्री अनन्तराय रावल
श्री गगनविहारी महेता : श्री चन्द्रवदन सी० महेता
श्री हसा बहन महेता : श्री बापालाल वैद्य
श्री उमाशकर जोशी : श्री फीरोज का० दावर
डा० विक्रम साराभाई : श्री हरिनारायण आचार्य
श्री बी० बी० योध : श्री सी० एन० वकील
डा० शान्तिलाल महेता : प्रो० डी० टी० लाकडावाला
श्री विष्णुप्रसाद त्रिवेदी : प्रो० एम० एल० दातवाला
श्री रसिक लाल परीख : श्री वचुभाई रावत

गुजरात रिफाइनरी (कोयली)

• नौव डालनेका मुहूर्त
१० मई, १९१३

उत्पादन का आरम्भ :

प्रथम यूनिट—२८-१०-६३

दूसरी यूनिट—२८-५-६६

तीसरी यूनिट—१८-९-६७

• केपेसिटी—क्षमता

प्रतिदिन ९००० टन कूड
तैलका फ्रेक्शनेशन

• उत्पादन

मोटर स्प्रिट

केरोसिन

हाईस्पीड डीजल

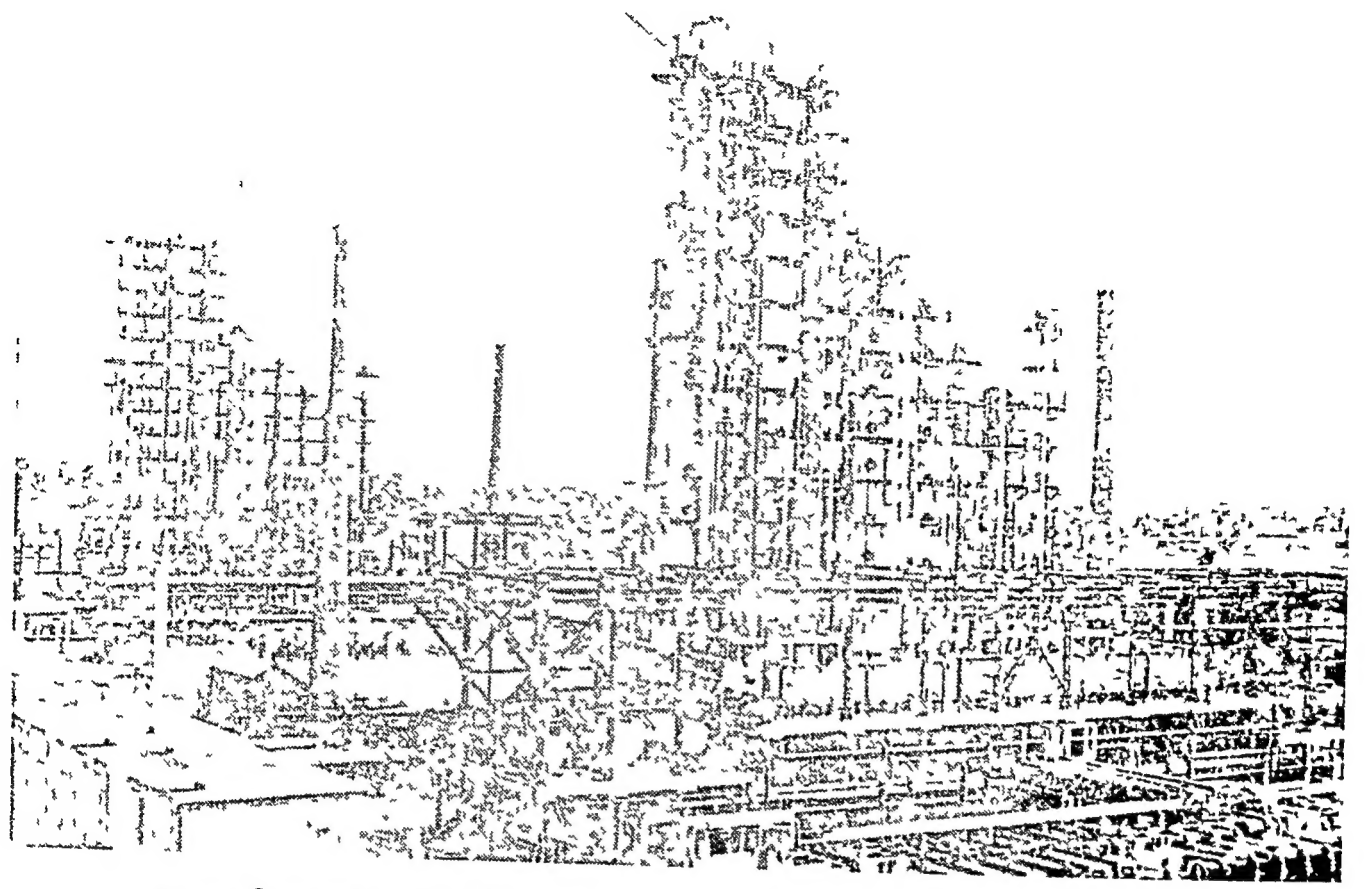
लाइट डीजल

जलानेका तैल

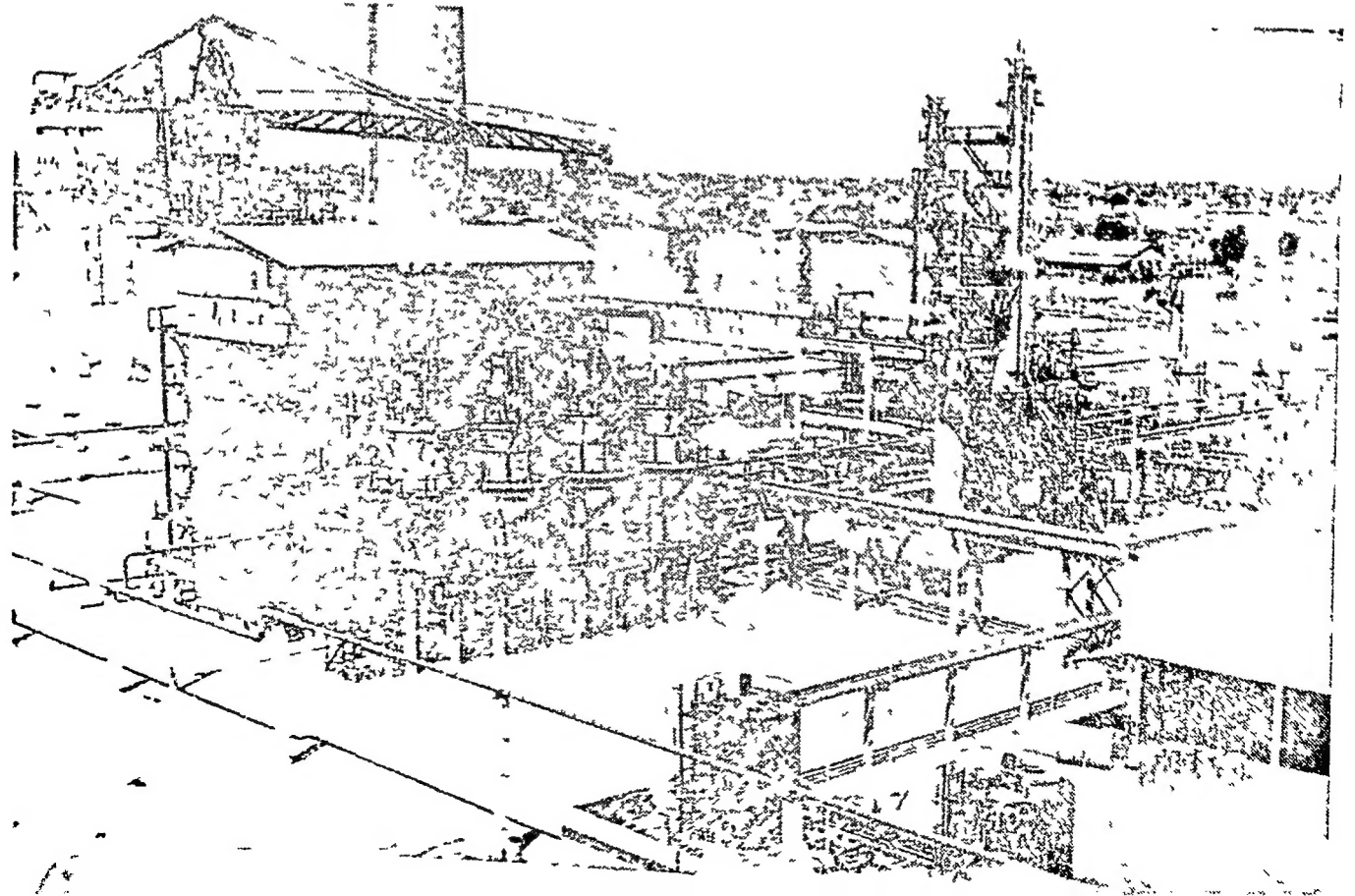
गुजरात रिफाइनरी—तीसरी यूनिट

विशिष्टता

भारतीय इंजीनीयर • भारतीय साजसामान • कम-से-कम विदेशी मुद्रा



गुजरात रिफाइनरीके (कोयली) प्रथम दो यूनिट—प्रत्येककी केपिसिटी १० लाख टन।



४

ज्ञान-गंगोत्री ग्रन्थमाला : विज्ञान-विद्याशाखा

रसायन दर्शन

लेखक-मंडल

डा० नरसिंह मू० शाह

डा० सुरेश सेठना

डा० भास्कर मांकड

श्री पद्मकान्त शाह

श्री बसीधर गांधी

अनुवादक :

श्री श्यामू सन्यासी

भारत सरकार, शिक्षा मंत्रालयकी मानक-
ग्रन्थोकी प्रकाशन-योजनाके अन्तर्गत प्रकाशित

सरदार पटेल

वर्सिटी-वल्लभविद्यानगर

आभार दर्शन

लेखन :

- डा० नरसिंहभाई मू० शाह रसायन विज्ञानके क्षेत्रमे अगगण्य प्राध्यापक और लेखक।
- डा० सुरेश सेठना . म० स० विश्वविद्यालय, वडौदाके रसायन विभागके अध्यक्ष और लेखक तथा १९६८की 'अखिल भारतीय विज्ञान परिषद'के रसायन विभागके अध्यक्ष।
- डा० भास्कर मांकड . सरदार पटेल युनिवर्सिटीके रसायन विभागके प्राध्यापक।
- श्री पद्मकान्त शाह नेशनल रेयन कारपोरेशन (बम्बई)के पुस्तकालय-अध्यक्ष रसायनशास्त्रके सिद्धहस्त लेखक।
- श्री बसीधर गाधी . ज्ञान-गगोत्री-ग्रन्थमालाके सह-सम्पादक, वैज्ञानिक विषयो के लेखक।

अनुवाद

- श्री श्यामू सन्यासी विज्ञान और मानविकी विषयोके अधिकारी विद्वान, लेखक और अनुवादक।

योजना-दान हरि ॐ आश्रम, नडियाद

भारत सरकार, शिक्षा मंत्रालयकी मानक-ग्रन्थोकी प्रकाशन-योजना-के अन्तर्गत इस पुस्तकका अनुवाद और पुनरीक्षण वैज्ञानिक तथा तकनीकी शब्दावली आयोगकी देखरेखमे किया गया है और इस पुस्तककी एक हजार प्रतियाँ भारत सरकार द्वारा खरीदी गई हैं।

© सरदार पटेल युनिवर्सिटी, वल्लभविद्यानगर

प्रकाशन तिथि १ जनवरी, १९७२ ई०

प्रथम संस्करण, ३००० प्रतियाँ

कीमत :

₹ २० ०० (Rs 20 00) + डाक खर्च ₹ २ ०० (Rs 2 00)

प्रकाशक कान्तिलाल अमीन, रजिस्ट्रार सरदार पटेल युनिवर्सिटी-वल्लभविद्यानगर (भारत)

मुद्रक :

सम्मेलन मुद्रणालय १३ सम्मेलन मार्ग . प्रयाग (भारत)

प्रस्तावना

हिंदी और प्रादेशिक भाषाओंको शिक्षाके माध्यमके रूपमें अपनानेके लिए यह आवश्यक है कि इनमें उच्च कोटिके प्रामाणिक ग्रंथ अधिकसे अधिक संख्यामें तैयार किये जाएँ। भारत सरकारने यह कार्य वैज्ञानिक तथा तकनीकी शब्दावली आयोगके हाथमें सौंपा है और उसने इसे बड़े पैमानेपर करनेकी योजना बनायी है। इस योजनाके अन्तर्गत अंग्रेजी और अन्य भाषाओंके प्रामाणिक ग्रंथोंका अनुवाद किया जा रहा है तथा मौलिक ग्रंथ भी लिखाये जा रहे हैं। यह काम अधिकतर राज्य सरकारों, विश्वविद्यालयों तथा प्रकाशकोंकी सहायतासे प्रारंभ किया गया है। कुछ अनुवाद और प्रकाशन-कार्य आयोग स्वयं अपने अधीन भी करवा रहा है। प्रसिद्ध विद्वान अध्यापक हमें इस योजनामें सहयोग दे रहे हैं। अनूदित और नये साहित्यमें भारत सरकार द्वारा स्वीकृत शब्दावलीका ही प्रयोग किया जा रहा है ताकि भारतकी सभी शिक्षा-संस्थाओंमें एक ही पारिभाषिक शब्दावलीके आधारपर शिक्षाका आयोजन किया जा सके।

ज्ञान-भगवती श्रेणीका चतुर्थ ग्रंथ 'रसायन दर्शन' आयोग द्वारा प्रस्तुत किया जा रहा है। इस ग्रंथके लेखक हैं : सर्वश्री डा० नरसिंह मू० शाह, डा० सुरेश सेठना, डा० भास्कर माकड, श्री पद्मकांत शाह तथा श्री बसीधर गांधी। श्री श्यामू सन्यासी ने इसका हिन्दी अनुवाद किया है तथा श्री गिरिराज किशोरने इस अनुवादका पुनरीक्षण कार्य किया है।

अध्यक्ष

वैज्ञानिक तथा तकनीकी शब्दावली आयोग

स्वतंत्रता-प्राप्तिके पश्चात् हमारे देशमें शिक्षाका विस्तार हुआ है। साथ ही उच्च शिक्षा-परिपाटीके कारण ज्ञान-विस्तारके नये अवसर सुलभ हुए हैं। तकनीकी क्षेत्रमें भी हम बड़े कदम भर रहे हैं। इतना होते हुए भी, कई कारणोंसे, उच्च शिक्षाकी प्राप्तिके लिए साधारण छात्रके ज्ञान-संस्कारका सबल पर्याप्त नहीं है; अतः विश्वविद्यालयीय छात्रका ज्ञान-व्याप भी बहुत कम प्रतीत होता है।

यह भी स्वाभाविक है कि स्वाधीन लोकतांत्रिक समाजके सर्वांगीण विकास-कालमें सर्व-साधारण शिक्षित प्रजाजनको चुनौतियाँ देने वाली असंख्य जटिल समस्याएँ भी उपस्थित होती रहे। ऐसी परिस्थितिमें, बौद्धिक तालीमका ज्ञानसंचय अपर्याप्त रह जानेपर एक सुसज्ज नागरिकके रूपमें उसके व्यक्तित्वकी क्षति वैयक्तिक व राष्ट्रीय—दोनों दृष्टियोंसे प्रभावशाली पूर्तिकी अपेक्षा करती है।

इस क्षति-पूर्तिके उद्देश्यसे सरदार पटेल युनिवर्सिटीने अपनी सीमाओंमें रहकर यथासंभव, एक अल्प किन्तु सनिष्ठ प्रयास किया है, और इसे 'ज्ञान-गोत्री'के माध्यमसे मानव विद्या-शाखाके बीस और विज्ञान विद्याशाखाके दस—इस तरह कुल तीस ग्रंथोंकी मालाकी योजनासे आरम्भ किया है।

महाविद्यालय-स्तरके छात्रों व शिक्षित नागरिकोंको ध्यानमें रखकर यह ग्रंथमाला तैयार करनेका निश्चय किया गया है। इस ग्रन्थ-मालाके उद्देश्य हैं :

(१) अध्ययनकी इच्छावाले पाठक इन ग्रंथोंको थोड़े परिश्रमसे किंतु रसपूर्वक पढ़ें, उनकी ज्ञान-पिपासा अधिक बढ़े, (२) अध्ययनके उपरांत अध्येताके चित्त-पटल पर बहुविध विकासके मुख्य सोपान उभर आवें, (३) जानकारी व तथ्योंकी अनेक-विधता द्वारा ज्ञान-प्राप्तिका 'गुरु' पाठक हस्तगत करे और (४) अध्येताओंके चित्तमें मूलभूत सत्य एवं मूल्योंके प्रति श्रद्धाका बीजारोपण हो।

इस दृष्टिसे इतिहास, चिंतन-साहित्य, ललितकला और विज्ञान जैसे विविध क्षेत्रोंके विभिन्न प्रकारके आलेखनोंके लिए कुछ आधारभूत बातें स्वीकार करके ही हम अग्रसर हुए हैं। यथा—

(१) मानव-विकासमें अनेक प्रेरक-शक्तियाँ क्रियाशील रहती हैं, परंतु अतंतोगत्वा परिस्थितियोंके परिवर्तनमें मानवीय चेतना भी प्रमुख भूमिका अदा करती है, और हरेक मानवके व्यक्तित्वके यथासंभव पूर्ण विकासकी नींव पर ही सामाजिक व सामुदायिक विकासका भवन रचा जाना चाहिए।

(२) विज्ञानका रहस्य परिवर्तनशीलतामे निहित है और अखंड गोच-वृत्ति ही उसकी कुजी है। विज्ञानकी विलक्षणता तथ्योंके भंडारका सचय करनेमे नहीं है। किंतु वाह्य विशृंखलताओकी अतिनिहित सवादिता खोज लेनेमे है।

(३) अन्वेषणकी इस प्रक्रियामे मानवकी चेतना और कल्पना शक्तिका योगदान असाधारण है, और यह वैज्ञानिक सत्य मुक्त मानवके निर्णयका ही फल है।

(४) आखिर तो विज्ञान भी अन्य मानवीय क्षेत्रोंकी भांति मूल्योंके निर्णयके बिना मात्र यात्रिक प्रवृत्तिके रूपमे टिकेगा नहीं। इस सदर्भमे विज्ञान और मानव-विद्याओके बीचकी ज्ञान-सीमाएँ अभिन्न प्रतीत होती है।

(५) जीवनकी समग्रताके साथ आदिकालके तदात्मभूत वनी सृजन-प्रवृत्तियोंके प्रति विशेष अभिमुख होना व आत्मीयता जगाना उचित है। हमारा विद्यार्थी और नागरिक सोदर्य निरखनेवाला बने, सौंदर्य पहचाननेवाला बने और उसका आस्वादन करनेवाला अर्थात् परमानदी घंट पीनेवाला बने, ऐसी चैतसिक सृजन-शक्तिका रहस्योद्घाटन करना चाहिए।

(६) इस ग्रंथमालाका लक्ष्य उस रहस्यको अवगत करना है कि ज्ञान केवल जानकारी नहीं है, विज्ञान भौतिक या प्राकृतिक शक्तियोंका केवल सकलन या पृथक्करण नहीं है, अनुभूति केवल घटनाओका वाह्य स्पर्श नहीं है, ज्ञानानुभूति इससे भी कुछ विशिष्ट है।

हमने सदैव इस समानताका अनुभव किया है कि उपर्युक्त बातें सिद्ध करनेका कार्य अति दुष्कर है। एक ओर युवको व नागरिकोंके स्तर, उनकी अभिरुचि, अध्ययन-क्षमता और बोध-क्षमताकी सीमाएँ हैं, तो दूसरी ओर इतिहास-विकासकी झाँकी करानेका कार्य कठिन है। गभीर व कठिन समझे जानेवाले विषयोंको गभीरतासे किंतु आस्वाद्य बनाकर प्रस्तुत करनेका कार्य लेखकोंके लिए कसौटी-रूप है। सम्पादकोंकी भी मर्यादाएँ होती हैं। इस प्रकार यह प्रयास महत्त्वाकांक्षी व दुराराध्य लगते हुए भी अति महत्त्वाकांक्षी किंवा असाध्य नहीं है। इस यात्राका आरम्भ हमने इस विश्वाससे किया है कि गगावतरण करानेका तो नहीं, गगोत्रीमे आचमन करानेका यश तो हमें मिलेगा। विदेशी ग्रंथोंके अनुवाद या रूपान्तरोंको प्रस्तुत करनेके बजाय यथासंभव मौलिक अध्ययन व चिंतन प्रस्तुत करना हमारा उद्देश्य है।

अपने इस प्रयासमे हरि ॐ आश्रम, नडियादवाले पूज्य श्री मोटासे, भारत सरकारके शिक्षा मंत्रालय और राज्य सरकारके शिक्षा विभागसे तथा अन्य सज्जनों और संस्थाओंकी ओरसे जो आर्थिक सहायता हमें प्राप्त हुयी है उसके लिए हम इन सभीके बहुत ही कृतज्ञ हैं। नडियाद और रादेरके अपने भक्तों और प्रशंसकों द्वारा ज्ञान-गगोत्री श्रेणीके ग्रंथोंके प्रकाशनार्थ दो लाख रुपयेका दान सरदार पटेल युनिवर्सिटीको दिलवाकर पूज्य श्री मोटाने ज्ञान-गगोत्रीके इस कार्यका मंगलारम्भ किया है।

मगर यह हुयी गुजराती ग्रंथ-श्रेणीकी बात। इस श्रेणीके प्रथम दो ग्रंथोंके प्रकट होनेके बाद पूज्य श्री मोटाने सोचा कि यह ग्रंथ-श्रेणी हिंदी जनताके लिए भी उतनी ही उपयोगी है जितनी गुजराती जनता के लिए और उन्होंने ज्ञान-गगोत्रीकी हिन्दी-आवृत्तिके लिए पैंतीस हजार रुपयेका दान सरदार पटेल युनिवर्सिटीको देनेका विचार प्रकट किया। पूज्य श्री मोटाकी यह गुप्त भावना फलवती साबित हुयी। हिन्दी संस्करणके लिए अन्य व्यक्तियोंसे हमें दान

मिलने लगा और इस प्रकार इस श्रेणीके प्रथम ग्रंथ 'ब्रह्माण्ड दर्शन'के हिन्दी-संस्करणका प्रकाशन शक्य बना। हम पूज्य श्री मोटाके और अन्य सभी सज्जनोके बहुत कृतज्ञ हैं। हम आशा करते हैं कि हिन्दी संस्करणके इस कार्यमें भारत सरकारके शिक्षा मंत्रालयसे भी हमें सहायता प्राप्त होगी।

इस ग्रंथ श्रेणीमें हिन्दीमें अबतक तीन ग्रंथ—ब्रह्माण्ड दर्शन, पृथ्वी दर्शन और स्वास्थ्य दर्शन प्रगट हो चुके हैं। यह चौथा ग्रंथ 'रसायन दर्शन' प्रगट हो रहा है।

गुजरातके अनेक श्रेष्ठ चितको व लेखकोने इस योजनाके सम्पादक-मण्डलके सदस्यो और परामर्श-दाताओके रूपमें अपनी सेवाएँ अर्पितकर तथा अनेक प्राध्यापको, अध्यापको और विद्वानोने लेखनका दायित्व स्वीकार कर हमारी योजनाओको मूर्तरूप दिया है, तदर्थ हम उनके ऋणी हैं।

ज्ञान-गोत्री श्रेणीकी हिन्दी आवृत्तिको हिन्दी जगतके समक्ष लानेका श्रेय दिल्लीकी राधाकृष्ण प्रकाशन सस्थाके अध्यक्ष श्री ओप्रकाश जीको है। उन्होंने इस ग्रंथ-मालाके प्रमुख वितरक होनेकी स्वीकृति देकर हमारी योजनाको बल प्रदान किया है।

हमारी युनिवर्सिटीकी सिण्डिकेटके सदस्यो, अन्य अध्यापको और प्रशासकीय कर्मचारियोने 'ज्ञान-गोत्री'के इस कार्यमें उत्साहपूर्वक सहयोग प्रदान किया है। उस बातका तथा इस योजनाके सम्पादक श्री भोगीलाल गाधी और सह-सम्पादक श्री बसीधर गाधीकी नैष्ठिक यत्नशीलताका यहाँ उल्लेख करते हुए मुझे प्रसन्नता होती है।

भारत सरकारके शिक्षा मंत्रालय द्वारा निर्धारित पारिभाषिक पदावलीका प्रयोग इस ग्रन्थ-श्रेणीमें किया गया है।

—आर. एस. महेता

वल्लभविद्यानगर

उपकुलपति

१५-१२-७१

सरदार पटेल युनिवर्सिटी-वल्लभविद्यानगर

सत्कार

सरदार पटेल युनिवर्सिटीने शिक्षा-विस्तारका जो भगीरथ कार्य-भार अपने कंधों पर उठाया है, उसका प्रारम्भ विज्ञान शाखाके ग्रंथोंसे हुआ है यह निश्चय ही स्वागतार्ह है। पूर्वके तीन ग्रंथोंका सभी दिशाओंसे अच्छा स्वागत हुआ है, यह जानकर मुझे बड़ी प्रसन्नता हुई है। यह चौथा ग्रंथ 'रसायन दर्शन' भी अपनी विशेषता सिद्ध करेगा, ऐसा मुझे पूर्ण विश्वास है।

आधुनिक युगमें रसायन विद्याका महत्त्व असाधारण है। औद्योगिक व चिकित्सा क्षेत्रके अतिरिक्त आधुनिक भौतिक आवश्यकताओंके साथ रसायन विज्ञान आवश्य उत्पन्न करे उस सीमा तक ओतप्रोत हो गया है। इस ग्रंथके प्रारम्भमें भारतीय विज्ञानके आदि युगका परिचय देनेवाला अध्याय है, और अतमें बीसवीं शतीकी क्षिप्र गति व विकासका परिचय देनेवाला अध्याय है। इन दो छोरोंके अति महत्त्वपूर्ण अध्यायोंके बीच रसायन विज्ञानके विकासके अनेक सोपान (काफी चित्रोंके साथ) तथा मूलभूत सिद्धान्त (आवश्यक तथ्योंके साथ) सुंदर रीतिसे निरूपित कर दिये गये हैं, यह इस ग्रंथकी विशेषता है। इतना ही नहीं बल्कि रसायन विज्ञान जैसे कठिन विषयको उसके निष्णात लेखकोंने ओर सुधी संपादकोंने विद्यार्थियों तथा नागरिकोंके लिए सुलभ व रोचक स्वरूपमें प्रस्तुतकर इस ग्रंथको बहुत उपयोगी बना दिया है।

आजकी हमारी पीढ़ीके वैदिक-साम्कारिक विक्रमका विचार करते समय मुझे ऐसा लगता है कि 'ज्ञान गंगोत्री'की पूरी योजना एक गौरवपूर्ण ज्ञानयज्ञके समान है।

मैं 'रसायन दर्शन' ग्रंथका मानद सत्कार करता हूँ।

—डा० चतुर्भाई एस० पटेल

भूतपूर्व उपकुलपति, महाराजा नयार्जीगव युनिवर्सिटी, वर्जीदा

सम्पादकीय

ज्ञान-गोत्री श्रेणीका यह चतुर्थ ग्रंथ प्रगट हो रहा है।

यह एक प्रकारसे तकनीकी विषयका ग्रंथ है। उसका अध्ययन वैज्ञानिक ज्ञानकी अपेक्षा रखता है। किन्तु आधुनिक युगके औद्योगिक विकासमें इस विद्याका अपूर्व व्यावहारिक प्रदाय (योगदान) रहा है। अतः इस विज्ञानसे अपरिचित शिक्षित नागरिकोंका इस विषयमें प्रवेश करानेके उद्देश्यसे इस ग्रंथमें महत्त्वपूर्ण मूलभूत सूत्रोंका परिचय दे कर, उत्तरोत्तर विकसमान इस क्षेत्रके इतिहास, उसके व्यावहारिक प्रयोग व उसकी उपलब्धियाँ प्रस्तुत की गई हैं, भविष्यकी संभावनाओंकी ओर अगुलिनिर्देश भी किया गया है। इस विद्याके क्षेत्रमें आदियुगमें भारतका आरम्भ हमने भारतीय रसायन विद्यासे करना उचित समझा है। यहाँ एक स्पष्टता कर लेना उचित है 'कृषि विज्ञान' पर एक स्वतंत्र ग्रंथ तैयार किया जा रहा है अतः हमने इस ग्रंथमें 'कृषि क्षेत्रमें रसायन विज्ञान' विषयका समावेश करना उचित नहीं समझा।

इस ग्रंथके सभी लेखक रसायन विज्ञानके क्षेत्रके प्रतिष्ठाप्राप्त, तद्विद लेखक हैं। उनके ज्ञान और सरल शैलीका लाभ इस ग्रंथके लिए उपकारक सिद्ध हुआ है। इस क्षेत्रके मूर्धन्य व आदरणीय विद्वान् आचार्य श्री नरसिंह भाई मू० गाहने इस ग्रंथकी सारी सामग्रीका आदिसे अतः अवलोकन किया है तथा उनके निर्देश हमें बराबर मार्गदर्शन देते रहे हैं, एतदर्थ हम उनके विशेष आभारी हैं। इस ग्रंथके लेखक डा० सुरेश सेठनाने, हृदय रोगके असरमेंसे मुक्त होनेके बाद, अपने सिर पर अखिल भारतीय विज्ञान परिषद्के रसायन विभागकी विभागीय अव्यक्षताका भारी उत्तरदायित्व होने पर भी, इस ग्रंथके सम्बन्धमें स्वीकृत जिम्मेदारियाँ पूर्ण करनेमें जो उत्सुकता (तत्परता) दिखाई है, वह सचमुच उल्लेखनीय है।

इस ग्रंथके भारतीय रसायन विज्ञान वाले अध्यायमें जैन तत्त्वज्ञान (दर्शन)के सम्बन्धमें कुछ स्थापनाएँ हैं। इन स्थापनाओंका पुनरीक्षण करनेमें जैन दर्शनके पण्डित व इतिहासविद् एव इस योजनाके एक परामर्शक श्री रसिकलाल छो० परीखने जो ममतापूर्ण सहकार प्रदान किया है, वह अपूर्व है।

इस ग्रंथको इन विषयके विद्वान् डा० चतुरभाई एस० पटेल (भूतपूर्व उपकुलपति म० स० यूनिवर्सिटी, वडोदा)की ओरसे जो सत्कार (स्वागत) प्राप्त हुआ है, वह विशेष आनन्दप्रद बात है।

पूर्वके ग्रंथोंकी तरह यह ग्रंथ भी विद्यार्थियों व शिक्षित नागरिकोंके लिए एक महत्त्वपूर्ण विषयमें प्रवेश करानेमें उपयोगी सिद्ध होगा, ऐसी आशाके साथ हम इसे प्रस्तुत कर रहे हैं।

मानविकी विद्याशाखा [२० ग्रन्थ]

- मानव-कृच्छ्र दर्शन (विश्व-निर्माण मानान) : २ ग्रन्थ
- विश्व दर्शन (मानविकी और वैज्ञानिक विज्ञान) : २ ग्रन्थ
- भाष्य दर्शन (प्राचीन दर्शने अन्तर्गत विज्ञान) : ३ ग्रन्थ
- विशेष दर्शन (विश्वगत प्रमाण वैज्ञानिक पद्धति) : ३ ग्रन्थ
- साहित्य दर्शन (विश्व साहित्य : गणनाती साहित्य) : २ ग्रन्थ
- दर्शन दर्शन दर्शन : (विश्व दर्शन : निदान दर्शन) : २ ग्रन्थ

विज्ञान विद्याशाखा [१० ग्रन्थ]

- दार्शनिक दर्शन
- पश्चिमी दर्शन
- दार्शनिक दर्शन
- दार्शनिक दर्शन
- दार्शनिक दर्शन
- दार्शनिक दर्शन
- दार्शनिक दर्शन
- दार्शनिक दर्शन
- दार्शनिक दर्शन
- दार्शनिक दर्शन

३०

अनुक्रम

खण्ड : १

भारतीय रसायन शास्त्र	डा० न० मू० शाह	१	१
चीनी-अरबी कीमियागरी	वसीधर गाधी	२	१२
यूरोपमे रसायन विज्ञानका विकास	डा० सुरेश सेठना	३	२५
मूलतत्त्वोका वर्गीकरण और आवर्त-सारणी	डा० सुरेश सेठना	४	४७

खण्ड : २

धातु-रसायन	डा० न० मू० शाह	५	५५
विस्फोटक पदार्थ	डा० न० मू० शाह	६	९९
रत्न-विज्ञान	डा० न० मू० शाह	७	११३

खण्ड : ३

कार्बनिक रसायनकी भूमिका	पद्मकान्त शाह	८	११९
स्निग्ध द्रव्य	पद्मकान्त शाह	९	१२६
पेट्रोलियम	पद्मकान्त शाह	१०	१३५

खण्ड : ४

खर	पद्मकान्त शाह	११	१५३
प्लास्टिक	पद्मकान्त शाह	१२	१६४
सन्निष्ट वस्त्र-रेशे	पद्मकान्त शाह	१३	१७९

खण्ड : ५

रंग और वर्णक	डा० भास्कर माकड	१४	१८७
सन्निष्ट औषधियाँ	डा० भास्कर माकड	१५	२०३

खण्ड : ६

अधात्विक मूलतत्त्व	वसीधर गाधी	१६	२३१
रसायन-उत्पादक उद्योग	डा० न० मू० शाह	१७	२४६

खण्ड : ७

अधुनातन प्रगति और नये क्षितिज	डा० सुरेश सेठना	१८	२५३
	पारिभाषिक शब्दावली		२६९



महर्षि आचार्यश्री

डॉ० प्रफुल्लचंद्र राय

जन्म २-८-१८६१

अवसान १६-६-१९४४

“आप प्राचीन भारतके कोई महर्षि, गुरु हैं जो पुनर्जन्म लेकर आधुनिक भारतके ज्ञान-भाण्डार पर प्रकाश डालकर हमें प्रेरणाका पीयूष-पान करानेको पधारे हैं।

जब वर्तमानकालकी बुद्धिमत्ता द्वारा प्राप्त की हुई सिद्धियोंका इतिहास लिखा जायगा, तब रसायन-विद्याके आद्य-पिता, प्रचारक और अग्रदूतकी तरह आपका नाम स्वर्णाक्षरोमें लिखा जायगा।

भारतीय रसायन-विद्याका इतिहास लिखकर, आपने भारतकी सिद्धियोंपर एक नवीन ही प्रकरण खोला है, और विस्मृत हो गए भूतकाल तक सेतुका निर्माण करके, वर्तमानकालके युवक शोधकर्त्ताओंको किन्हीं नागार्जुन तथा चरककी आत्मासे हाथ मिलानेका अवसर ला दिया है।

रसायन-विद्याके आपके शास्त्रीय ज्ञानने आपको अपने देशके कच्चे धनका व्यावहारिक उपयोग करनेके लिए प्रेरित किया और एक कौड़ी भी खर्च किये बिना विज्ञान एवं उसकी आनुपंगिक सस्था क्या-क्या कर सकती है, इसका जीवत प्रतीक आपके द्वारा सस्थापित बंगाल केमिकल एण्ड फार्मास्यूटिकल वर्क्स बना रहेगा।

जीवनकी सध्यामें जब बहुजन समाज शांति और विश्रामका यत्न कर रहा है, तब एक पीढ़ी पहले आपकी जलाई हुई विज्ञानकी ज्योति-शिखाके मतत प्रज्ज्वलित रखनेके हेतु आप उनकी धुरीको वहन करते रहे हैं।”

[प्रेसिडेन्सी कालेज, कलकत्तासे निवृत्त होनेपर जब युनिवर्सिटी कालेजमें सम्बद्ध हुए, तब उनके शिष्यों द्वारा दिये गए अभिनन्दन-पत्रमें उद्धृत]

१ : भारतीय रसायन-शास्त्र

यह बताना सम्भव नहीं है कि रसायन-शास्त्रका प्रारम्भ कबसे हुआ। अनेक देशोमे प्राप्त पुरातात्विक अवशेषोसे पता चलता है कि ई० पू० ३५०० वर्षसे भी पहले कतिपय रासायनिक प्रक्रियाएँ प्रचलित थी। शराब, सिरका, धातु-कर्म, वानस्पतिक तथा प्राणिज रंग, खनिज रंग, पालिश किये हुए मिट्टीके बरतन आदिका उपयोग बहुत पुराना है। लेकिन इस प्रकारकी वस्तुओमे निहित रासायनिक सिद्धान्तो एव रासायनिक क्रियाओकी जानकारी हमारे पूर्वजोको नहीं थी। पाषाणकालीन अवशेषो (वस्तुओ)मे सोनेके गहने भी मिले हैं। रसायनके क्षेत्रमे भारत, चीन और मिस्रने उल्लेखनीय प्रगति की थी। प्राचीनकालमे इस विद्याके जानकार जादूगर अथवा कीमियागर कहे जाते थे। विज्ञानके रूपमे रसायन-शास्त्रकी प्रगति पिछली दो शताब्दियोमे हुई है। अब क्रमशः भारत, चीन, अरबदेश और यूरोपमे यह प्रगति किस प्रकार हुई, उसका विहगावलोकन कर लिया जाए।

अन्य देशोकी तरह प्राचीन भारतमे भी रसायन-शास्त्रका उद्भव जीवनकी आवश्यकताओकी सन्तुष्टिके लिए न्यावहारिक कलाओके विकासके परिणामस्वरूप हुआ। इसके अतिरिक्त द्रव्यकी रचना और उसके स्वरूपको समझनेकी दिशामे भी विचारोका विकास हुआ। आत्म-परिरक्षण एव नया ज्ञान प्राप्त करनेकी उत्कण्ठाने भी रसायन-शास्त्रको जन्म दिया।

भारतीय रसायन-शास्त्रके इतिहासको नीचे लिखे छह कालखण्डोमे विभाजित किया जा सकता है

- १ प्रागैतिहासिक काल (ई० पू० ४०००से १५०० तक)
- २ आयुर्वेदिक काल (वैदिक युग अथवा प्राक्-बुद्धकाल—लगभग ई० पू० ६००से ई० ८०० तक)
- ३ सत्क्रान्ति काल (ई० ८००से ११०० तक)
- ४ तांत्रिक युग (ई० ८००से १३०० तक)
- ५ औषधीय-रसायन (Iatro-chemical) युग—रसायनका औषधियोके लिए उपयोग करनेका युग (ई० १३०० से १५०० तक)
- ६ अंगरेजोके आगमनके बादका युग (लगभग १८०० ई०)—उस समय कला-कौशल ओर उद्योग-धन्धोमे होनेवाला रसायनका उपयोग।

बलूचिस्तान, सिन्ध, पंजाव और गुजरातमे प्राप्त पुरातात्विक अवशेषोमे यह पता चलता

है कि प्रागैतिहासिक कालके भारतमें रसायनके जानकार थे। सिन्धुके मोहेन-जो-दड़ो, पंजावके हड़प्पा और गुजरातके लोथलमें मिले पुरातात्विक अवशेष यह प्रमाणित करते हैं कि प्राक्-आर्य-संस्कृति इन स्थानोंमें फैली हुई थी। यह संस्कृति सिन्धुकी नीलनदीकी घाटी और मेसोपोटामिया (इराक)की सुमेरियन संस्कृतिसे सम्बद्ध या उसके समकक्ष थी।

विशेषज्ञोंके मतानुसार हड़प्पा संस्कृति ई० पू० २५००से १८०० तक सिन्धु नदी और उसकी सहायक पाँच नदियोंके प्रदेशमें फैली-फूली। इसीलिये उसका नामोल्लेख आदि-कांस्ययुगकी सिन्धुघाटी-संस्कृतिके रूपमें किया जाता है।

उस प्रागैतिहासिक कालके लोग मिट्टीके बरतन बनानेकी कलासे ही परिचित नहीं थे, दो या अधिक रंगोंसे रंगनेकी कला भी जानते थे। इसका यह अर्थ हुआ कि उन्हें मिट्टीके बरतन पकानेवाली भट्ठियाँ बनानेकी विधि भी मालूम थी। ताम्र-खनिजसे ताँवा निकालनेकी कला, विभिन्न प्रकारकी आकृतियाँ बनानेके लिए उसे हथौड़ेसे पीटना, धातुको काटना और उसकी चादरे (पत्रे) बनाना तथा काँसेकी ढलाई करना भी वे जानते थे। इस कामके लिए ७००°-८००° से० तापकी आवश्यकता होती है, यह अनुभव सिद्ध ज्ञान भी उन्होंने अर्जित कर लिया था।

ई० पू० १५००के आसपास आर्योंका आगमन हुआ। तबतक यह संस्कृति अपने विकसित रूपमें विद्यमान थी। आर्य आरम्भमें खेतिहर थे। लेकिन धीरे-धीरे उन्होंने विज्ञान, साहित्य, कला, दर्शन और धर्म आदि क्षेत्रोंमें प्रगति कर आर्य-संस्कृतिका निर्माण किया। इस संस्कृतिके आरम्भ-कालसे रसायन-विज्ञान तरक्की करने लगा। देशमें अनेक राजनैतिक एवं सामाजिक परिवर्तनोंके बावजूद रसायन-विज्ञानकी प्रगति अनेक वर्षों तक जारी रही। लेकिन अन्तमें इस सचाईको मानना होगा कि मध्ययुगके आखिरी दिनोंमें इसके विकासमें क्रमिक रुकावट आने लगी।

ऋग्वेदके देवता मूलतत्त्वों एवं अन्य नैसर्गिक घटनाओंके विशिष्ट प्रतीक हैं, जैसे कि अग्निदेव, वायुदेव, सूर्यदेव आदि। औपधीय वनस्पतियोंको भी देवता माना जाता था, उदाहरणार्थ सोमवल्ली, इसका देवता सोमदेव रोगियोंको रोग-मुक्त करता है। हिन्दू कीमियागरीका उपाकाल सोमरससे आरम्भ होता है। अथर्ववेदमें डाकिनी, मारण-उच्चाटन एवं जादू-टोनेका उल्लेख मिलता है। अथर्ववेदको अन्य तीन वेदोंके समान पवित्र नहीं माना जाता था, क्योंकि उसके कुछ सूक्तोंमें स्वार्थ एवं दुष्कर्मोंकी सिद्धिके लिए आसुरी शक्तियोंका आह्वान किया गया है। अथर्ववेदमें रोगोंके निवारण एवं प्रेत-बाधा दूर करनेके लिए जो सूक्त दिये गए हैं उन्हें 'भैषज्यानि' कहा जाता है। इसके विपरीत दीर्घायु और स्वास्थ्य-प्राप्ति करानेवाले सूक्त 'आयुष्याणि' कहे गए हैं। रसायन-विद्याका उद्गम इन दोनों प्रकारके सूक्तोंसे हुआ होगा।

अथर्ववेदके समय स्वर्ण और सीसेके सम्बन्धमें जो रासायनिक विचार एकत्रित किये गए, वे दृष्टव्य हैं।

'रसरत्नसमुच्चय'में पाँच प्रकारके स्वर्णका उल्लेख है। स्वर्णको जीवनका सत्त्व माना गया है। सीसेको जादूका प्रभाव दूर करनेवाला कहा गया है।

वेदोंके उत्तरकालमें विकसित दर्शनकी पद्धतियों और उपनिषदोंके सिद्धान्तोंकी इसमें प्रबलता थी। विश्वरचना और विज्ञानकी रीतियोंसे सम्बन्धित भौतिक और रासायनिक सिद्धान्तोंका

इस युगसे सम्बन्ध है। इन सिद्धान्तोंका विगतवार व्यौरा वी० एन० सीलने अपनी पुस्तक 'पाजिटिव सायन्सेज आफ एन्स्युण्ट हिन्दूज'में दिया है। द्रव्यकी रचना और उसमें होने वाले परिवर्तनोंका सम्बन्ध मुख्यतः रसायन विज्ञानके साथ होनेसे उन सिद्धान्तोंमेंसे कुछेककी विशेषताओंका यहाँ उल्लेख करना उपयुक्त होगा।

सबसे पहले यह स्पष्ट कर देना आवश्यक है कि ये सिद्धान्त केवल काल्पनिक थे। इन्हें प्रमाणित करनेके लिए प्रयोगोंका आधार शून्यवत् था। ये सूक्ष्म कोटिकी विचार-परम्पराका परिणाम थे। विश्वोत्पत्तिके सम्बन्धमें दो सिद्धान्त उल्लेखनीय हैं ई० पू० ५००के आसपास छान्दोग्य उपनिषद् और सांख्य-विचारधारामें इनका विवेचन किया गया है। पतंजलि द्वारा 'योगशास्त्र'में प्रतिपादित विश्वोत्पत्तिका सांख्य-सिद्धान्त वास्तवमें वैज्ञानिक तर्क पद्धतिके सभी लक्षणोंसे युक्त है। वह शक्ति-संरक्षण, परिवर्तन और वितरणके सिद्धान्तों पर तो आधारित है ही, उसमें देश और कालका विचार भी किया गया है। ऋग्वेदके कुछ सूक्तोंमें, छान्दोग्य आदि उपनिषदोंमें और पुराणोंमें विश्वोत्पत्तिका जो निरूपण किया गया है, उसमें एक कल्पना इस प्रकार है

पहले पानी था। उसमेंसे हिरण्यगर्भ नामक एक सोनेका अण्डा ऊपर आया। परिपक्व होनेके बाद एक खास समय पर उसके दो टुकड़े हुए और उन टुकड़ोंसे स्वर्ग और पृथ्वीकी सृष्टि हुई। यह बहुत प्राथमिक विचार है, लेकिन 'विकासमान विश्व'के विचार पर आधारित विकासवादके आधुनिक सिद्धान्तसे बहुत-कुछ मिलता-जुलता है। ब्रह्माण्ड शब्दमें भी 'ब्रह्म' और 'अड' दो शब्द हैं। ब्रह्मका अर्थ है विकसित होता या वृद्धि प्राप्त करता हुआ तत्त्व और अडका मतलब है अडा। यह विश्वोत्पत्तिकी प्रक्रियाका सूचक है।

विपरिणमन अथवा परिणमन या परिणामके सिद्धान्तका ज्ञान भी प्राचीनकालके हिन्दुओंको था। यास्कके निरुक्तमें, जिसका रचनाकाल ई० पू० आठवींसे छठवीं शताब्दीके बीच माना जाता है, जिन छह भावोंका वर्णन किया गया है उनमें परिणामका भी समावेश हुआ है। इसकी व्याख्या यों की गई है (द्रव्यके) स्वभाव (या प्रकृत अवस्था, रूप, गुण आदि)का विकार (जिससे वह द्रव्य कुछ और ही हो जाए) विपरिणमन कहलाता है। यह सिद्धान्त आगे चलकर सांख्यवादके प्रकृति दर्शनमें विकसित हुआ और जैन दर्शनमें जड और चेतन तत्त्वोंकी व्याख्याके रूपमें भी विकसित हुआ।

सांख्यदर्शनके प्रसिद्ध प्रणेता कपिलने द्रव्यके अन्तिम तत्त्वोंके बारेमें अपने विचारोंको इस तरह निरूपित किया प्रकृतिमेंसे महत् (बुद्धि), उसमेंसे अहकार (विशिष्टीकरण individuation) और उसमेंसे सोलह तत्त्व विकसित हुए। ये षोडशक कहलाते हैं। पाँच तन्मात्रा हैं—शब्द तन्मात्र, स्पर्श तन्मात्र, रूप तन्मात्र, रस तन्मात्र और गन्ध तन्मात्र। इनसे पाँच ज्ञानेन्द्रियाँ, पाँच कर्मेन्द्रियाँ और ज्ञानक्रिया उभयात्मकमें पाँच तन्मात्रासे पाँच महाभूतोंकी उत्पत्ति हुई, जैसे कि शब्द तन्मात्रसे आकाश, स्पर्श तन्मात्रसे वायु, रूप तन्मात्रसे तेज, रस तन्मात्रसे पानी और गन्ध तन्मात्रसे पृथ्वी। इस प्रकार पाँच परमाणुसे पाँच महाभूत उत्पन्न होते हैं। (ईश्वरकृष्ण, सांख्यकारिका, २२, गौडपाद भाष्य)

हमारी पंचेन्द्रियोंका सम्बन्ध पंचतन्मात्रासे है, और यह भी उल्लेखनीय है कि जिन पंच

महामूतोके सयोग (सयोजन) और विघटन (वियोजन) से यह विग्व प्रक्रिया चलती है, उनके मूलमे भी यही पच तन्मात्रा है। क्षिति, अप् और वायु रसायनके मूलतत्त्व माने गए हैं। क्षिति अर्थात् सव ठोस पदार्थ, अप् अर्थात् सव द्रव्य (तरल) पदार्थ और वायु अर्थात् तमाम गैसे।

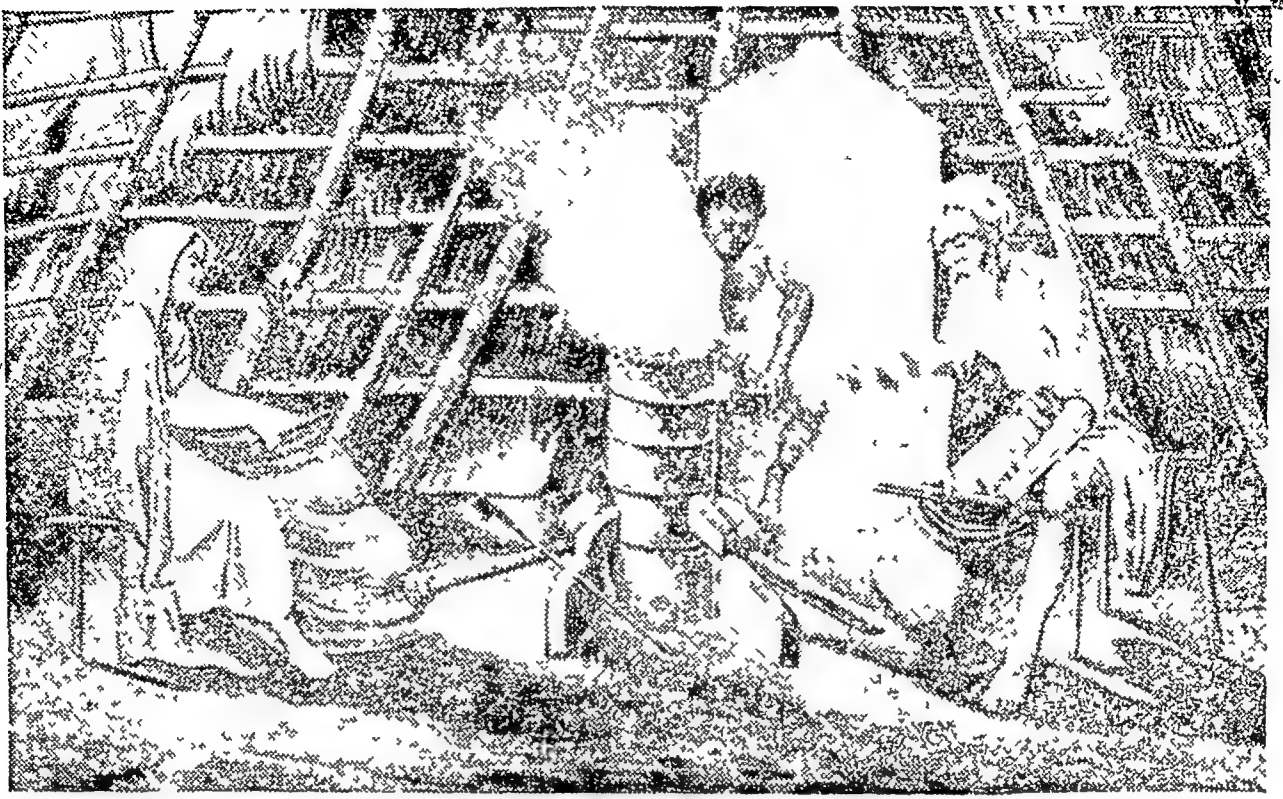
साख्य-मतके अनुसार इन सभी स्थूल मूलतत्त्वोके परमाणु (अणु) 'तन्मात्रा' के बने होते हैं। अणुओमे 'तन्मात्रा'के समूहीकरणमे परिवर्तन होनेसे एक ही 'भूत' वर्गके गुण-धर्ममे अन्तर हो जाता है। यूनानी दार्शनिक एम्पीडोक्लिस (ई० पू० ४१०-४३०) के मूलतत्त्वके सिद्धान्तसे साख्यवाद काफी मिलता-जुलता है। वैशेषिक-दर्शनके रचयिता कणादके सिद्धान्तसे डेमोक्रीटम (ई० पू० ४७०-३६०) के सिद्धान्तमे बहुत समानता है। नैयायिक पट्टतिमे भी लगभग ऐमे ही विचार व्यक्त किये गए हैं।

जैनोका (लगभग ई० ४०) परमाणुवादका सिद्धान्त रासायनिक सयोजनके विषयमे काफी रोचक योगदान करता है। परमाणु सयोजनोके पृथक्करण ओर अणुकी रचनामे परमाणुओके आकर्षण या प्रत्याकर्षण (विकर्षण) की चर्चा भी वह करता है। जैन दर्शनोकी मान्यता है कि प्राथमिक पदार्थो (भूतो)के विविध वर्ग एक ही मूल परमाणुओके बने हैं। इसलिए रासायनिक सयोजनो एव अणुकी रचनामे एक ही प्रकारके अन्तर-परमाणु बल जुड़े होते हैं। जैन-मतानुसार परमाणुओ या अणुओके एक दूसरेके समीप आने मात्रसे रासायनिक सयोजन नहीं होता। सयोजनसे पहले परमाणुओ या अणुओमे अन्तर-गठन होना चाहिए। द्रव्य (भूत)को जैन दर्शनमे पुद्गल कहते हैं। उनके दो रूप हैं एक परमाणु (अणु) और दूसरा समूह (स्कन्व)।

विरोधी गुण-धर्मवाले द्रव्यके रजकणोके ही बीच सयोजन सम्भव है। एक धन (+) होना चाहिए और दूसरा ऋण (-)। इस तरहके विरोधी या विपरीत गुणोके लिए खुरदुरा ओर चिकना, सूखा और स्निग्ध आदि उदाहरण दिये जा सकते हैं। एक-जैसे दो रजकणो—दोनों धन या दोनों ऋण—का, यदि उनके गुण एक समान हुए तो सयोजन नहीं हो सकता।

परमाणुके गुणो और सयोजनोके भौतिक गुणोके परिवर्तन इस सयोजन पर निर्भर करते हैं। जैनोका यह मत महान स्वीडिश रसायनशास्त्रके वर्जोर्लियस (ई० १७७९-१८४८) द्वारा प्रतिपादित रासायनिक सयोजनका द्वन्द्ववाद (dualistic hypothesis)से काफी मिलता है। इन दर्शनोके रचना-कालके सम्बन्धमे निश्चित और प्रामाणिक जानकारी प्राप्त नहीं हो सकी है। लेकिन मैक्समूलर, मैक्डोनल और अन्य विद्वानोके मतोके आधार पर यह कहा जा सकता है कि हिन्दू दर्शनकी छह पद्धतियाँ बुद्धके समय (ई० पू० पाँचवीं शताब्दी)से पहले, लगभग ई० पू० १०० तक, जैन और बौद्धधर्मके विकास और विस्तारके साथ, निरूपित की जा चुकी होगी। साथ ही यह भी माना जाता है कि उपनिषदो एव ब्राह्मण ग्रन्थोके सिद्धान्तोसे भी वे सम्बन्धित हैं।

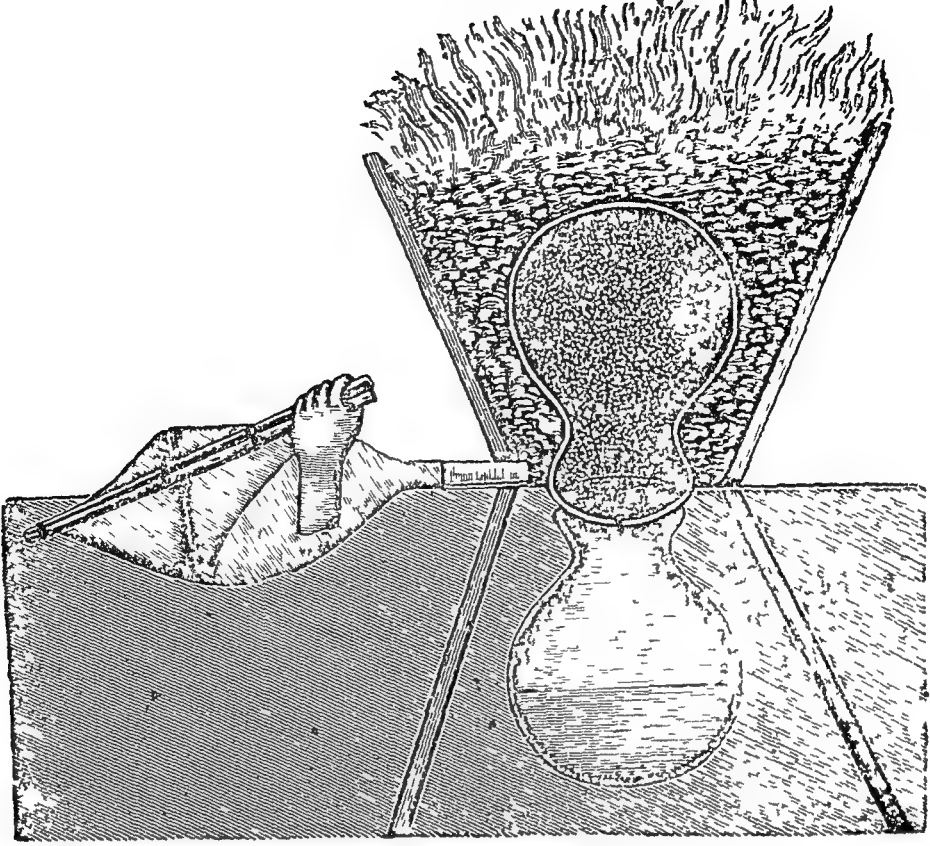
ईसाकी दूसरी-तीसरी शताब्दीमे, गुजरातमे, रसायनशास्त्रके ज्ञाताके रूपमे नागार्जुन और उनके गुरु पादलिप्तका नाम प्रसिद्ध है। यह नागार्जुन और बौद्ध कीमियागर नागार्जुन भिन्न व्यक्ति हैं। जैनोका तीर्थ शत्रुजय पालिताणाके समीप है। ऐसा माना जाता है कि पादलिप्तसे ही पालिताणा नाम पड़ा।



ताँबा पकाने (निष्कर्षण)की देहाती भट्ठी [स्थल- जयपुरके पास खेतडी]

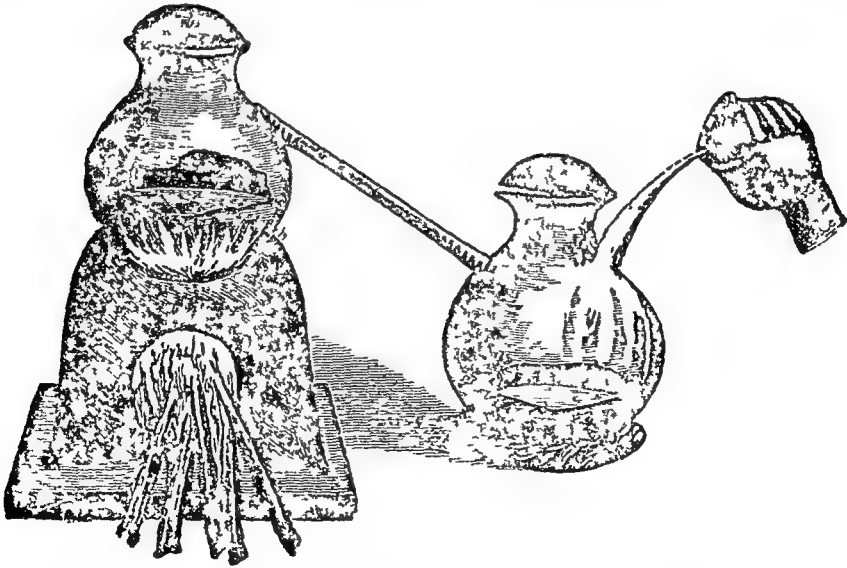


नीला थोथा, फिटकरी आदि रसायन पकाने (निष्कर्षण)का कारखाना [स्थल- खेतडी]
(सर पी० सी० रायकी 'हिस्ट्री आफ हिन्दू केमिस्ट्री'से)



कोष्ठी यन्त्र

नीचेकी मटकीमे पानी भरकर उसके ऊपर चलनी ढाँके, चलनीमे कैलेमाइन (कच्चा जस्ता), लाख, गुड, सरसो आदिसे भरा कुल्हड रखे, ऊपर दूमरा औधा मटका ढक दे, फिर आँच देनेसे औषध तत्त्वका पृथक्करण होगा। दवाइयोमे उसका उपयोग किया जाए।



आसवनके लिए उपयोगमे लाया जानेवाला त्रिर्यक्पातन यन्त्र
(सर पी० सी० रायकी 'हिस्ट्री आफ हिन्दू केमिस्ट्री'से)

कहा जाता है कि जैनाचार्य नागार्जुनने 'योगरत्नावली', 'योगरत्नमाला', 'कक्षपुटी' आदि ग्रन्थोंकी रचना की थी। नागार्जुनकी रुचि वचनसे ही रसायन-सिद्धिकी प्रक्रियाओंमें रही होगी, इसीलिए उसने वन, नदी और पहाड़ोंको अपना निवासस्थान बनाया था। परिणामस्वरूप उसे स्वर्ण-रसकी प्राप्ति हुई। बादमें पादलिप्तसे उसका सम्पर्क हुआ, जो रसायन-शास्त्रमें उससे अधिक निपुण थे। कहा जाता है कि पादलिप्तको आकाशगमन (हवामें उड़ने)के रासायनिक प्रयोगका भी ज्ञान था। इस ज्ञानको प्राप्त करनेके ही लिए नागार्जुन उनका शिष्य बना था। ('प्रभाव चरित्र', प्रस्तावना, पृष्ठ ३०-३२, कल्याण विजयजी, प्रकाशक, आत्मानन्द जैन सभा, भावनगर, वि० स० १९८७)।

इससे यह निष्कर्ष निकाला जा सकता है कि हिन्दू दर्शनमें विवेचित द्रव्यरचना और द्रव्यके गुण विलकुल स्वतन्त्र रूपसे विकसित हुए, और जैसा कि कुछ पाश्चात्य विद्वानोंका मत है, यूनानियोंमें ग्रहण नहीं किये गए। 'हिस्ट्री आफ सस्कृत लिटरेचर'में प्रो० मैकडोनल्ड लिखते हैं "थेल्स, एम्पीडोक्लिस्, एनाक्सागोरस, डेमोक्रीटस और अन्य यूनानी विद्वानोंने प्राच्य दर्शनशास्त्रका ज्ञान प्राप्त करनेके लिए पूर्वी देशोंकी यात्राएँ की थी, इसीलिए फारस देशके माध्यमसे यूनानियोंके भारतीय विचारोंसे प्रभावित होनेकी ऐतिहासिक सम्भावना है।" सांख्यकारिकाकी प्रस्तावनामें प्रो० एच० एच० विल्सन भी उपर्युक्त अनुमानका समर्थन करते हैं।

आचार्य कौटिल्य (ई० पू० ३२१-२९६)के 'अर्थशास्त्र'में, रसायन, धातुगोधन और औषधियोंके बारेमें काफी जानकारी दी गई है। कौटिल्य या चाणक्य मौर्यसम्राट् चन्द्रगुप्तके प्रधान-मात्य (प्रधान मंत्री) थे। खनिजों, धातुओं और मिश्र धातुओंसे सम्बन्धित समग्र जानकारी उनके द्वारा रचित 'अर्थशास्त्र'में मिलती है। काच बनानेकी विधि और सोना तोलनेकी तुला (वैलेन्स)का वर्णन भी उसमें किया गया है। सोनेमें मिलावट करनेवालेको कड़ा दण्ड दिया जाता था। आसवनके द्वारा विविध प्रकारकी गिरावे बनानेका ज्ञान काफी उन्नत था। कौटिल्यके समय कीमियागरीको अधिक महत्त्व नहीं दिया जाता था। उसके बाद आयुर्वेदमें रसायनकी विशेष प्रगति हुई। वैज्ञानिक परिभाषाओं सहित हिन्दू चिकित्सा-शास्त्रकी विधिवत रचना इसी कालमें हुई। इस युगके 'चरक संहिता' और 'सुश्रुत संहिता' नामक ग्रन्थ, जो क्रमशः वैद्यक और जल्यत्रिया (सर्जरी)में सम्बन्धित हैं, काफी प्रसिद्ध हैं। इन दोनोंमें तत्कालीन रासायनिक जानकारी प्रचुर मात्रामें दी गई है।

'चरक संहिता'में छह धातुओं—मोना, चाँदी, ताँबा, सीसा, रौंदा और लोहा तथा इनकी भस्मों (आक्साइड)का दवाइयोंके लिए उपयोग किये जानेका उल्लेख है। चरकने पाँच प्रकारके धारोंका उल्लेख किया है मौत्रचर्चल या शोरा (nitre), मैन्वव (rock-salt), बिट (black-salt), आद्भिद (वनस्पति धार) और समुद्रधार (sea-salt)। त्वचाके रोगोंमें ऊपर लगानेके लिए नीलायोंश, हीराकमीम, गन्धक आदि वस्तुओंके उपयोगकी बात 'चरक संहिता'में ज्ञात होती है। धार बनाने और धातुओंको फूँकनेकी विधियोंका वर्णन भी उसमें किया गया है। सुश्रुतने गुलाबोश उत्प्रेष अरकली (धार)के अन्तर्गत किया है। उसने मृन्मय वानस्पतिक औषधियोंका वर्णन किया है। मर्कुरिया (arsenic)के योगोंके विषये होनेकी बात स्वीकार की गई है।

इसके बादके कालमें रंगोंके लिए राल, लाख, हल्दी, नील और मजीठका उपयोग किये जानेका उल्लेख मिलता है।

चीनी तुर्किस्तानमें कुत्थाके निकटस्थ बौद्ध स्मारकसे ई० १८९०में ब्रिटिश सैन्य अधिकारी लेफ्टिनेंट ए० वाँवरने एक प्राचीन पांडुलिपि प्राप्त की थी, जो 'वाँवर' पांडुलिपि के नामसे प्रसिद्ध है। इस पांडुलिपिमें जिन विधियोंका वर्णन किया गया है उनमेंसे कुछ अक्षरचक्र और मुश्रुतसे मिलती है। इस ग्रन्थका नाम 'नावनीतक' है। चक्र और मुश्रुतकी सहिताओंके ही समान दूसरा महत्वपूर्ण वैद्यकग्रन्थ 'अष्टांग हृदय' है। इसमें पारेका उल्लेख है।

आयुर्वेदिक युगमें रसायन-सम्बन्धी ज्ञानकी क्या स्थिति थी, अब उसे देखा जाए। कौटिल्यके 'अर्थशास्त्र'में उपलब्ध काच बनानेकी विधिका उल्लेख ऊपर किया जा चुका है। मुश्रुतने काच और स्फटिकका अन्तर समझाया। प्लीनीने इस बातको स्वीकार किया है कि भारतके काच अन्य देशोंके बने काचसे श्रेष्ठ होते थे। महाभारतमें काचका उल्लेख कई स्थानोंमें आया है। उत्तरप्रदेशके बस्ती जिलेमें खलीलाबादके निकट अनोमा नदीके किनारे ई० पू० पाँचवीं सदीका काच बनानेका एक पुराना कारखाना मिला है। यह प्रमाणित करता है कि भारतीयोंको काच बनानेकी कला मालूम थी। तक्षशिलाकी खुदाईमें काचकी चूड़ियाँ और मनके (गोलियाँ) मिले हैं।

ई० पू० ५००से १०० तककी बनी मिट्टीकी बहुत-सी चीजें मिली हैं, जिनपर पालिग की हुई है।

अब धातुओंको लिया जाए। ताँबा और उसकी मिश्र धातुओं, काँसा एवं पीतलकी बनी अनेक वस्तुओंके अवशेष वहाँसे मिले हैं। दिल्लीमें कुतुबमीनारके पास जो लोहस्तम्भ है, उसपर अंकित लेखसे पता चलता है कि वह ई० ४००में बनाया गया होगा। लोहेकी ओर भी वस्तुएँ मिली हैं। उन चीजोंको देखनेसे पता चलता है कि प्राचीन भारतमें गढ़नेके लिए जो लोहा प्रयुक्त हुआ वह पिटवाँ लोहा (wrought iron) है, क्योंकि शोधनके लिए ईंधनके रूपमें लकड़ीका उपयोग किया जाता था, जिसका ताप बहुत उच्च नहीं हो सकता था। इससे यह भी प्रकट होता है कि ढलवाँ लोहा (cast iron) बनानेके लिए आवश्यक उच्चताप भट्टियोंमें पैदा नहीं किया जा सकता था। इस्पात बनाया और उपयोग में लाया जाता था। बराहमिहिर (ई० ५५०के लगभग)की रचनाओंसे पता चलता है कि लोहे पर पानी (temper) चढ़ानेकी विधिका ज्ञान भी था। अगरागो (सौन्दर्य साधन cosmetics) और चिनाईके लिए चूना और रेतिका गारा (मिश्रण) बनानेकी कलाएँ भी सुपरिचित थी। मणि-माणिक्य और रत्नोंमें सम्बन्धित ज्ञान भी खूब प्रचलित था।

हिन्दू औपवि-विज्ञानकी प्रगतिमें लगभग ई० ८००से सक्रान्ति आरम्भ हुई। अभी तक औपवियोंके लिए अधिकतर वनस्पतियोंका ही उपयोग किया जाता था, औषधिके लिए खनिज, धार और रासायनिक पदार्थ अल्पमात्रामें उपलब्ध थे। वाग्भटके समयसे धातुके सपाकोंका औषधिके रूपमें अधिकाधिक उपयोग होने लगा। रसायन-शास्त्रकी प्रगतिके कारण प्रयोगशाला-में बने धातु-यौगिकोंका उपयोग बढ़ा। इस जमानेकी दो उल्लेखनीय पुस्तकें हैं वृन्दका 'सिद्ध-

योग' और चक्रपाणि दत्तका 'चक्रदत्त'। ये दोनों नागार्जुनका उल्लेख करते और चरक, सुश्रुत एवं वाग्भटका अनुसरण करते हैं। वृन्द और चक्रपाणिकी रचनाओमें तान्त्रिक क्रियाओका प्रभाव स्पष्ट परिलक्षित है। तान्त्रिककाल सत्क्रान्तिकालके ही साथ चलता रहा है। चक्रपाणिने अपने ग्रन्थमें वृन्दकी स्थापनाओको आधार बनाया। चरक और सुश्रुतके टीकाकार चक्रपाणिने अपने ग्रन्थकी रचना ई० १०५०में की थी। इसवी सदी आठवीमें खलीफाओके हुक्मसे वैद्यकग्रन्थ 'माधवनिदान'का अरबी भाषामें अनुवाद किया गया। इससे वृन्दका समय ई० ९७५से १०००के बीच निश्चित होता है। पारेके खनिज, गन्धक, ताम्रमाक्षिक (copper pyrites) आदिके उपयोग भी लिखे गए हैं। चक्रपाणिने अपने ग्रन्थमें रसपर्पटी (कज्जलि), ताबेका सल्फाइड, लोहभस्म, चादीकी भस्म आदि बनानेकी विधियाँ दी हैं।

अन्य देशोंके मुकाबले, भारतमें कीमियागरीका विकास मुख्यतः तान्त्रिक क्रियाओसे हुआ। अन्य देशोंमें वैद्यक, निकृष्ट धातुओसे स्वर्ण बनाने और पारसमणि (Philosopher's stone) की खोजमें लगे हुए कीमियागरोके अथक परिश्रमके परिणामस्वरूप रसायनशास्त्रकी कुछ जानकारी मिली। उस कीमियागरीसे ही रसायन-विज्ञानकी प्रगति हुई। स्वास्थ्य, धन-प्राप्ति, शक्ति और दीर्घायु वैद्यक एवं कीमियागरीका अन्तिम उद्देश्य नहीं माना जाता, बल्कि ईश्वर साक्षात्कारके लिए उसे उपासनाका एक ढग कहा जाता है।

भारतमें कीमियागरीका विकास तान्त्रिककालमें विशेष रूपसे हुआ, लेकिन तान्त्रिक कालसे पहले भी यहाँ कीमियागरीका ज्ञान प्रचुर मात्रामें था। छठवीं शताब्दीके 'वासवदत्ता' और 'दश-कुमारचरित'में पारेके सपाको और निश्चेतकोके रूपमें योग चूर्ण, स्तम्भन चूर्ण आदि विनिर्मित पदार्थोंका उल्लेख किया गया है।

जादू, नजरबन्दी, कीमियागरी और सम्बन्धित विषयोकी विवेचना करनेवाले तन्त्र दो प्रकारके हैं ब्राह्मण और बौद्ध। बुद्ध और शिवके भक्तों द्वारा रचित कीमियागरीसे सम्बन्धित पुष्कल साहित्य मिलता है। भारतीय कीमियागरीमें नागार्जुन सबसे प्रसिद्ध हैं (यह नागार्जुन बुद्धका अनुयायी था, इसके गुजरातके जैनाचार्य पादलिप्त सूरिके शिष्य क्षत्रिय नागार्जुन होनेकी सम्भावना बहुत कम है)।

उपनिषद् समाजके उच्चस्तरीय बौद्धिक वर्गको ही सुलभ थे। उपनिषदोंके अनुसार निर्वाण या मोक्ष सदाचारके द्वारा अनेक पुनर्जन्मोंके पश्चात् ही प्राप्य है। तत्र इसके लिए सरल मार्ग सुझाते हैं। मुमुक्षुको अपने शरीरकी हिफाजत करते हुए काम करना चाहिए और शरीरकी हिफाजत पारा, औषधियों एवं योगसे होती है, इसलिए तन्त्रों (तान्त्रिक ग्रन्थों)में औषधियाँ बनानेकी विधियाँ भी दी गई हैं। और यह तो मानी हुई बात है कि औषधियाँ बनानेके लिए रसायनका ज्ञान आवश्यक था।

सभी तान्त्रिक ग्रन्थोंमें पारेके लिए रस शब्द प्रयुक्त हुआ है। रसायन-शास्त्रका मूल अर्थ ही है पारेके सपाको और उद्योगका शास्त्र। उस समयके तान्त्रिक ग्रन्थोंमें अनेक रासायनिक जानकारियाँ और कीमियागरीके सूत्रोंका बृहद् भंडार ही भरा हुआ है। प्रमुख कीमियागरी और उनके ग्रन्थोंकी सूची नीचे दी जाती है।

मुख्य तांत्रिक ग्रन्थ

ग्रन्थकार	ग्रन्थका नाम
आनन्दानुभाव	रसदीपिका
भोजदेव	रसराजमृगाक
चन्द्रसेन	रसचन्द्रोदय
चारपट	चारपटसिद्धान्त
चूडामणि मिश्र	रसकामवेनु
धनपति	दिव्य रमेन्द्रमार
गुरु दत्तसिद्ध	सर (रस ?) रत्नावली
गोरक्षनाथ	गोरक्षमहिता
	रसेश्वर सिद्धान्त

इनके अतिरिक्त हरिहर, कपाली, केगवदेव, नान्दी, नरहरि, रामराज, श्रीनाथ, त्रिमल्ल भट्ट, वासुदेव, ककरी, मल्लरी, (सिद्ध) भास्कर, (सिद्ध) प्राणनाथ वैद्यराज आदि नामोका उल्लेख भी मिलता है।

तांत्रिक युगमे प्रमुख रूपसे रस या पारेका उपयोग होता था, इसलिए उस युगमे रसायनके सम्बन्धमे प्रचुर जानकारी एकत्र हो गई थी। यह सारी जानकारी बादके युगमे—भारतीय रसायन-शास्त्रके ओपघोषयोगी रसायन (आएट्रो-केमिकल) युगमे खूब काम आई।

अमृत या अमररसकी खोज तांत्रिक युगकी विशेषता थी, आएट्रो-केमिकल युगमे इस विचित्र और 'हवाई' कल्पनाको असम्भव मानकर छोड़ दिया गया और व्यावहारिक बातोंकी ओर अधिक ध्यान दिया जाने लगा। पारा, लोहा, ताँवा और अन्य धातुओंके कई विनिर्मित पदार्थ (सपाक) चिकित्साके लिए उपयोगी मालूम हुए, और इसके परिणामस्वरूप रसायन-सम्बन्धी ज्ञानमे वृद्धि हुई।

चरक और सुश्रुतके सूत्रोंके अनुसार बनाई हुई वानस्पतिक औषधियोंके साथ सभी रासायनिक पदार्थ काममे लाये जाने लगे और आयुर्वेदकी प्राचीन पद्धतिमे इन्होंने अपना स्थान बना लिया। धीरे-धीरे इनका महत्त्व इतना बढ़ा कि वैद्यकमे रसादि (धातुओंसे बनी) औषधियोंको अचूक माना जाने लगा। इस युगका ग्रन्थ 'रसरत्न समुच्चय' विशेष रूपसे उल्लेखनीय है। औषधीय रसायनसे सम्बन्धित और भी कई ग्रन्थ मिलते हैं और सभीमे कमो-वेश एक ही तरहकी बातें लिखी हुई हैं। 'रसरत्न समुच्चय'मे रोगोंके निवारणके लिए पारेसे विनिर्मित उपयोगी पदार्थों और खनिजोंका विवरण है। भारतीय 'मेटेरिया 'मेडिका'मे खनिजोंका वर्गीकरण रस, उपरस, रत्न और लौहमे किया गया है। इसका अर्थ सामान्यतः पारा है। बुढ़ापेको रोकने और आयुको बढ़ानेवाली औषधियाँ रसायन कहलाती हैं। कालान्तरमे पारद और अन्य धातुओंके औषधियोंमे प्रयुक्त किये जानेके अर्थमे भी इस शब्दका उपयोग होने लगा।

अभ्रक (अवरक), वैक्रान्त (चुन्नी नामक मणि), माक्षिक (Pyrites), विमल (एक उपधातु), अद्रिज (गिलाजीत), मस्यक (नीला थोथा $\text{CuSO}_4, 5\text{H}_2\text{O}$), चपल (गन्धक युक्त खनिज bismuth)

और रसक (खर्पर calamine)—ये आठ रस, और गन्धक, लाल-गेरू, हीराकसीस ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$), फिटकरी, हरताल (orpiment), मैनसिल (realgar), सुरमा (अजन, antimony) और ककुष्ठ (उशारे रेवन्द या रेवतसार)—ये आठ उपरस पारेकी क्रियाओमे उपयोगी है।

सोमदेवने अपने 'रसेन्द्र चूडामणि'मे पारिभाषिक शब्द दिये है। प्रयोगशाला कहाँ बनानी चाहिए, उसमे प्रयोग साधन (यन्त्र) कहाँ और किस तरहके रखे जाएँ, प्रयोग करनेवालेकी योग्यता क्या हो—ये सभी व्यौरे 'रसरत्नसमुच्चय'मे दिये हुए है। 'रसप्रदीप'मे (लगभग १५३५ ई०) खनिज अम्ल बनानेकी विधियाँ बताई गई हैं। ये अम्ल धातुओको गलाते और शखको पिघालते हैं, इसलिए शखद्रावक कहलाए। 'रसकौमुदी'मे अफीमके उपयोगोके बारेमे लिखा गया है। सिफिलिस (फिरग रोग गर्मी)के लिए पारेके यौगिक केलोमेल (HgCl)का प्रयोग बताया गया है। इस समयके कुछ अन्य ग्रन्थोमे सालिनाथकी 'रसमजरी', 'रसरजन', 'गन्धककल्प' (तत्र), 'रसार्णव' (कीमियागरीके इसी नामके प्रामाणिक ग्रन्थसे भिन्न), 'रसरत्नाकर' (नित्यनाथके ग्रन्थके अतिरिक्त) आदि उल्लेखनीय हैं, यद्यपि इनमे कोई नई बात नहीं कही गई है। ऊपर जो कुछ बताया जा चुका है उन्ही क्रियाओका पुनरावर्तन हुआ है।

प्राचीन भारतमे उपयोगी कलाओ और विज्ञानके विकासका कार्य ऊँची जातियोके हाथमे था। यह बड़े दुःखकी बात है कि जाति-संस्थाका सगठन बहुत दृढ़ और कठोर होनेके बावजूद यह सारा ज्ञान लुप्त हो गया। 'कामसूत्र'मे (१५०० ई०) ६४ कलाओका उल्लेख है। आयुर्वेदमे दस कलाएँ थीं। 'लोहविद्' और 'धातुविद्' शब्द संस्कृत साहित्यमे प्रचुरतासे मिलते हैं। इससे पता चलता है कि धातुशोधनके जानकारोका समाजमे ऊँचा स्थान था। रगनेकी कला भी खूब विकसित थी। वैदिक युगमे ऋषियोने अपनी जातिकी घडेबन्दी नहीं की थी, इसलिए सामान्य जन भी अपनी सुविधा और रुचिके अनुसार भिन्न-भिन्न पेशे अपना लेते थे।

बौद्ध धर्मकी अवन्तिके बाद ब्राह्मणोने अपनी सर्वोपरिताका सिक्का बिठाया तो परिस्थिति बदली। जातिके बन्धन कठोर हुए। सुश्रुतके अनुसार शल्यक्रिया (सर्जरी) सीखनेवाले विद्यार्थीके लिए व्यवच्छेदन (शवच्छेदन dissection) आवश्यक है, परन्तु मनुने इसे चलने नहीं दिया। यह प्रतिपादित किया गया कि मुर्देका स्पर्श मात्र ब्राह्मणकी पवित्र देहको दूषित करनेवाला है। धन्धे वश-परम्परागत हो गए। बुद्धिजीवियोने कलामे सक्रिय भाग लेना बन्द कर दिया, परिणामस्वरूप जिज्ञासाकी भावना नष्ट हो गई और भारतमे प्रायोगिक विज्ञान समाप्त हो गया। बॉयल, डेकार्ट्स अथवा न्यूटनके जन्मके उपयुक्त परिस्थितियाँ भारतमे नहीं रह गई और विज्ञान-जगत्के नक्शेसे भारतका नाम मिट गया। इसके बाद तो यथार्थमे हमारे यहाँ कीमियागरी और रहस्यवाद (अगम्यवाद)की साधना गलत रास्ते पर जा पड़ी। परिणाम यह हुआ कि मध्ययुगके अन्तिम काल-खण्डमे विज्ञानका प्रवाह रुक गया और वह क्षीण होने लगा।

मध्ययुगीन यूरोपमे भी विज्ञानकी दशा हमसे अच्छी नहीं थी, लेकिन कोपर निकस, गैलिलियो, न्यूटन, बॉयल, लवाशिये और डॉल्टन आदिने उसे नया झुकाव दिया। उनके विचारोने विज्ञानको नया प्रोत्साहन दिया। लेकिन १९वीं सदीके मध्य तक, भारतमे ब्रिटिश शासनके आगमन और स्थिर होने तक, इन विचारोका भारतमे प्रवेश न हो सका।

२ : चीनी-अरबी कीमियागरी

जोसेफ निडहाम नामक सुप्रसिद्ध विचारकने अपनी पुस्तक 'सायन्स एंड मिविलिजेशन' में जो अधिकृत जानकारी दी है उससे चीनी रसायन-शास्त्रके आरम्भ और विकास पर अच्छा प्रकाश पड़ता है। उनके द्वारा प्रदत्त जानकारियोंके अनुसार चीनका आदि दर्शन ताओवाद प्रकृति-पर्यवेक्षण द्वारा ज्ञान सम्पादनके पक्षमें था, इसके परिणामस्वरूप और उस जमानेकी समझके अनुसार वहाँ विज्ञानका विकास हुआ। आजकी दृष्टिसे विचार करने पर वह हमें वौना लगेगा, लेकिन उस समयके लिहाजसे एक नई विद्या विकसित हो रही थी। उस विद्याको हम चीनकी अल्केमी-कीमियागरी कह सकते हैं।

ई० पू० दूसरी शताब्दीमें लिखी गई एक पुस्तक 'हु आई नान त्सु'के लेखक, हु आई नानके राजा ल्यू आन अपनी इस पुस्तकमें निम्न जानकारियाँ देते हैं—लकड़ीके दो टुकड़ोंको घिसनेसे आग पैदा होती है, आगमें धातुको तपानेसे वह पिघल जाती है, पहिएँ गोल-गोल घूमते हैं, कुरेदकर खोखली बनाई हुई चीजे पानी पर तैरती हैं—इस प्रकार प्रत्येक पदार्थका अपना विशिष्ट गुण होता है।

एक दूसरा चीनी लेखक जानकारी देता है कि तृण मणि (amber) सड़ी सरसोंके छिलकोंको आकर्षित नहीं करेगा, सीनावार—रससिन्दूर (HgS) निकृष्ट धातुसे क्रिया नहीं करेगा, और लोहचुम्बक निकृष्ट धातुओंको (लोहेके अतिरिक्त) आकर्षित नहीं करेगा।

जादूको एक प्रकारकी करामात और आम लोगोंके बूतेके बाहरकी बात समझा जाता था। ऐसी करामातोंको लोगोंकी नजरसे छिपाकर भी रखा जाता था। करामातोंकी शोध-खोजमें लगे हुए जिन लोगोंको जादूगर कहा जाता था, मूल रूपमें वे लोग अच्छे पर्यवेक्षक, निरीक्षक और प्रयोगकर्ता थे। उस कालकी कीमियागरीको एक प्रकारका प्रयोग क्षेत्र ही मानना चाहिए। परन्तु उन प्रयोगोंके परिणामोंकी व्याख्या पर उस समयके प्रचलित विचार और विश्वास हावी हो जाया करते थे, जिससे विज्ञानका विकास अवरुद्ध होने लगता था। परन्तु ऐसे विचारोंका तो यूरोपमें भी पैरा सेल्सस (१६वीं शताब्दी)के समय तक बोलवाला रहा। यूरोप ऐसे विचारोंसे ठेठ उन्नीसवीं सदीमें ही अपनेको मुक्त कर सका। इस दृष्टिसे देखा जाए तो चीनके उस समयके रसायन-सम्बन्धी ज्ञानको काफी विशद और व्यापक मानना होगा।

'बुक आफ चेजेज' नामक एक चीनी ग्रन्थ ई० पू० ८००में लिखा गया था। मूल रूपसे तो वह ग्रन्थ केवल शुभ और अशुभ शकुनोंका संग्रह था। परन्तु उसके बाद सदियों तक जो वैज्ञानिक पर्यवेक्षण होते रहे, उन्हें भी इस पुस्तकके संकेतोंमें खोजने और समझनेका प्रयत्न हुआ। और इस प्रकार चीनकी विशिष्टताओंके कारण शकुनोंका ग्रन्थ विज्ञानका ग्रन्थ बन गया। मूल रचना तो वही रही, लेकिन

उसके नये अर्थ और नई टीकाएँ होती रही। ई० पू० तीसरी शताब्दी में इस ग्रन्थ का नया संस्करण तैयार किया गया। उसके बाद बारहवीं सदी तक समय-समय पर जो वैज्ञानिक पर्यवेक्षण हुए, उन सब का समावेश इस ग्रन्थ में होता रहा। इसीलिए इस पुस्तक में लिखी हुई बातों को समझाने और उनका सही-सही अर्थ लगाने में बड़ी कठिनाई होती है। कुछ विद्वानों ने बड़े प्रयत्न और परिश्रम के बाद इस पुस्तक के सकेतो का अर्थ किया है। कुछ लोगों की तो यह मान्यता है कि इस ग्रन्थ में पारा, सोना और गन्धक की क्रियाएँ भी दी हुई हैं।

ह्याग ती नाम के बाद गाहने ई० पू० २६५० में लिखी अपनी पुस्तक 'निचिंग' में 'याग' और 'यीन' नामक तत्त्वों का विवेचन किया है। उसकी एक व्याख्या हम 'स्वास्थ्य दर्शन' में पढ़ आए हैं। इन दो तत्त्वों की पारस्परिक क्रिया से पानी, अग्नि, काष्ठ, धातु और मिट्टी उत्पन्न होती है। आकाश का पुरुष तत्त्व पृथ्वी के नारी तत्त्व को सम्पूर्णता प्रदान करता है। इन दोनों शक्तियों के पारस्परिक प्रभाव से लाखों पदार्थ अस्तित्व में आते हैं। अस्तित्व में आने के साथ ही उनके गुण भी पैदा हो जाते हैं। पहले जल, फिर काष्ठ, फिर अग्नि, फिर मिट्टी, फिर धातु और तब पुनः जल—इस प्रकार की एक प्रक्रिया उत्तरोत्तर आगे बढ़ती रहती है। यह व्याख्या 'पुरुष और प्रकृति से विश्वोत्पत्ति' के सिद्धान्त से बहुत अंश में मिलती-जुलती है।

चीनी दर्शन शास्त्र में 'याग' और 'यीन', इन दोनों शक्तियों को माता और पिता, धन और ऋण, अग्नि और जल, आकाश और पृथ्वी आदिके द्वन्द्वों का प्रतीक माना जाता है। कीमियागर जब दो पदार्थों को कुठाली या घड़िया में (मूषा Crucible) गलाने के लिए रखते हैं तो ऐसा मानते हैं कि उनमें से एक पदार्थ का पुरुष तत्त्व और दूसरे पदार्थ का नारी तत्त्व संयोजित होकर नया पदार्थ बनता है। चीनी भाषा में इस घटना को वहाँ की शब्दावली में 'मैथुन' जैसे शब्द के द्वारा अभिव्यक्त किया जाता है। एक और साकेतिक-कथा को लिया जाए

“एक पात्र में किशोर विराजमान है और दूसरे में सुन्दर कन्या। यदि कोई प्रथम पात्र के किशोर को दूसरे पात्र में रख सके तो वे दोनों किशोर-किशोरी एक-दूसरे को देख सकते हैं और उनका संयुक्त रूप निर्मित हो सकता है।” सोने और पारे के सरस (एमलगम)—स्वर्ण-पारद-मिश्रण का वर्णन करने के लिए इस प्रकार की भाषा का उपयोग किया गया है।

“दोनों एक-दूसरे पर अधिकार जमाएँगे, एक-दूसरे को अकुश में रखेंगे, पारस्परिक सहयोग करेंगे और परस्पर गुंथ (गठित) जाएँगे। इसके परिणामस्वरूप परिवर्तन होगा। कई बार किशोर और किशोरी पृथक् दिखाई देंगे, कुछ क्षणों परान्त वे उछलेंगे, दौड़ेंगे, कूदेंगे और एक क्षण भी शान्त नहीं होंगे। लेकिन वे पात्र से बाहर नहीं निकल सकेंगे। ठीक इसी समय आग को फूँकना पड़ेगा और तब जब दर्दस्त परिवर्तन होकर सीनावार—रससिन्दूर (HgS) तैयार हो जाएगा।”

इन सकेतो अथवा प्रतीकों के अर्थ को जाने बिना चीनी रचनाओं को समझ पाना मुश्किल ही है। उदाहरण के लिए दूसरी शताब्दी के कीमियागर वेई पो-चांग की एक पुस्तक 'गान युग छी' को ले। इस पुस्तक के अनुसार राजा का अर्थ बरतन का भीतरी भाग और मन्त्री का अर्थ बाहरी भाग होता है। 'कुआली' पारे को कहते हैं और सीसे के लिए 'खान' शब्द का प्रयोग किया गया है। 'कुआ छिये' (Kua chhien) और 'खुन' (Khun) क्रमशः नाप और कुठाली या घड़िया के द्योतक हैं। पिता का

अर्थ है आरम्भ और माताका अन्त। पति-पत्नीका मिलन अथवा मैथुन दो पदार्थोंके बीच होनेवाली रासायनिक क्रियाको दिग्दर्शित करता है। अमावस्याका अर्थ ऊपर और प्रतिपदाका अर्थ नीचे है। 'कुआ' और उसके 'हशियाव'से परिवर्तन अथवा नया स्वरूप ग्रहण करनेका अभिप्राय निकलता है।

यह सारी जानकारी टूटी हुई अथवा पूरी रेखाओवाले तीन अथवा छह रेखाओंके सकेतोमें

	1 kua	2	3	4 ^a
1		Chhien	乾	♂
2		Khum	坤	♀
3		Chen	震	♂
4		Khan	坎	♂
5		Kên	艮	♂
6		Sun	巽	♀
7		Li	離	♀
8		Tui	兌	♀

चीनी ट्रायाग्राम

ग्रथित की गई है। टूटी और पूरी रेखाओंके क्रमके अनुसार एक-एक सकेतके कई-कई अर्थ होते हैं। चीनी भाषामें इन रेखाओंको 'कुआ' कहते हैं, लेकिन कीमियाकी परिभाषामें इनका अर्थ परिवर्तन होता है। इस तरह सामान्य भाषाके शब्दोंको सकेतोमें लिखा जानेसे कीमियागरीसे सम्बन्धित साहित्यका अर्थ लगाना बहुत मुश्किल हो गया।

उत्तर-हन कालके एक सुपरिचित कीमियागर युफान (ई० १६४से २३३)ने और भी एक नई प्रणाली निकाली। उसने सूर्य, चन्द्र आदिको कीमियागरीके साथ संयुक्त कर दिया।

भट्ठीमें चीजोंको डालने और तैयार पदार्थोंको निकालनेके समय और अवधिकी चर्चा इस पुस्तकमें की गई है, साथ ही कतिपय रासायनिक उपकरणों अथवा साधनोंका नाम भी सकेतोमें दिया गया है।

ई० सन् २७०से ५८०के मध्यकालमें चीनमें कीमियागरीका सोलहो आना विकास हो चुका था। ३२५ ई०में कोडुग चीनका राजा था। कागजका आविष्कार चीनमें ईसाकी दूसरी शताब्दीमें ही हो गया था। लेकिन वह कागज टिकाऊ नहीं था, इसलिए उस कालका अधिकांश साहित्य नष्ट हो गया। फिर भी बहुत-कुछ बचा लिया गया। उसमेंसे कुछ उद्धरण यहाँ दिए जाते हैं

“चीनका सर्वश्रेष्ठ कीमियागरको हग चौथी शताब्दीमें हुआ। एक बार किसीने उससे कहा कि लु यान और गो ती-जैसे कारीगर भी पत्थरसे बढिया सुई नहीं बना सकते, ओ येह-जैसे लोग भी सीसे अथवा रॉंगेसे कुदालीका फल तक नहीं गढ़ सकते। यह सचमुच असम्भव है और उसे तो आसमान भी नहीं कर सकता।” परन्तु उसी पुस्तकमें यह उल्लेख भी

मिलता है कि पानी ओर अग्नि आकाशमें रहते हैं, फिर भी आरसी (छोटा काच)के द्वारा दोनोंको जमीन पर लाया जा सकता है। सीसा सफेद चमकीली धातु होते हुए भी उससे लाल पदार्थ बनाया जा सकता है और उस लाल पदार्थसे पुनः सीसा बनाया जा सकता है। आगे यह भी लिखा है कि

अजगरकी चर्बी और जावसात (वनस्पति-विशेष)की चर्बीमें कोई अन्तर नहीं होता। मतलब यह कि वानस्पतिक और प्राणिक चर्बी दोनों एक-जैसी है (क्योंकि दोनोंसे साबुन बन सकता है, और इससे पता चलता है कि उस समय चीनमें सज्जी (पोटाश)से साबुन बनाया जाता था)।

ई० ३८९से ४०४के बीच एक राजाने कीमियागरको दवाइयों पर अनुसन्धान करनेकी सुविधा प्रदान की थी। पहाड़ों और जंगलोंसे लकड़ी लेनेकी और अन्य सुविधाओंके अतिरिक्त जो दवाइयाँ बनाई जाती थी उनके गुण-दोषका पता लगानेके लिए कैदियोंको उन्हें खिलानेकी सुविधा भी दी गई थी। उससे बहुतसे कैदियोंके मर जानेका उल्लेख भी मिलता है।

दूसरे देशोंकी तरह चीनमें भी कीमियागरीको—कीमियागरीकी क्रियाओंको ग्रहोंकी गतिके साथ सम्बद्ध करनेका प्रयत्न हुआ। अमुक समयमें किया हुआ काम—क्रिया—सफल होगा और बाकी समय किया गया प्रयत्न निष्फल होगा। कुछेक रासायनिक क्रियाओं और साधनों (उपकरणों)को भी उस युगमें विकसित किया गया।

ई० १०८६में लिखी गई 'मेग चि पी थान' पुस्तकके लेखक शेन फुआका कहना है

“छिये शान नामक प्रान्तमें कड़वे पानीका एक सोता है। उस पानीको तपानेसे वह पानी कड़वी फिटकरी (नीला थोथा) बन जाता है। उस कड़वी फिटकरीको लोहेके बरतनमें खूब तपाया जाए तो लोहेका वह बरतन ताँबेका हो जाता है।” कापर सल्फेट और लोहमें परस्पर क्रिया होनेसे कापर (ताँबा) का पृथक्करण होता है और हीरा कसीस अर्थात् लोह सल्फेट बनता है—इसी क्रियाका ऊपर वर्णन किया गया है। और यह कहनेके बदले कि लोहेके बरतन पर ताँबेका अवक्षेप होता है यो कहा गया है कि लोहे का बरतन ताँबेका हो जाता है। फिर यह बात भी उसकी समझमें नहीं आई कि सोतेका पानी विलयन है और पानी उड़ जाता है (वाष्पीकरण)। इसलिए यह कहा गया कि पानीका कड़वी फिटकरीमें रूपान्तर हो जाता है। अवक्षेपका इस तरहका उल्लेख उस समयके यूरोपीय साहित्यमें कहीं भी उपलब्ध नहीं होता।

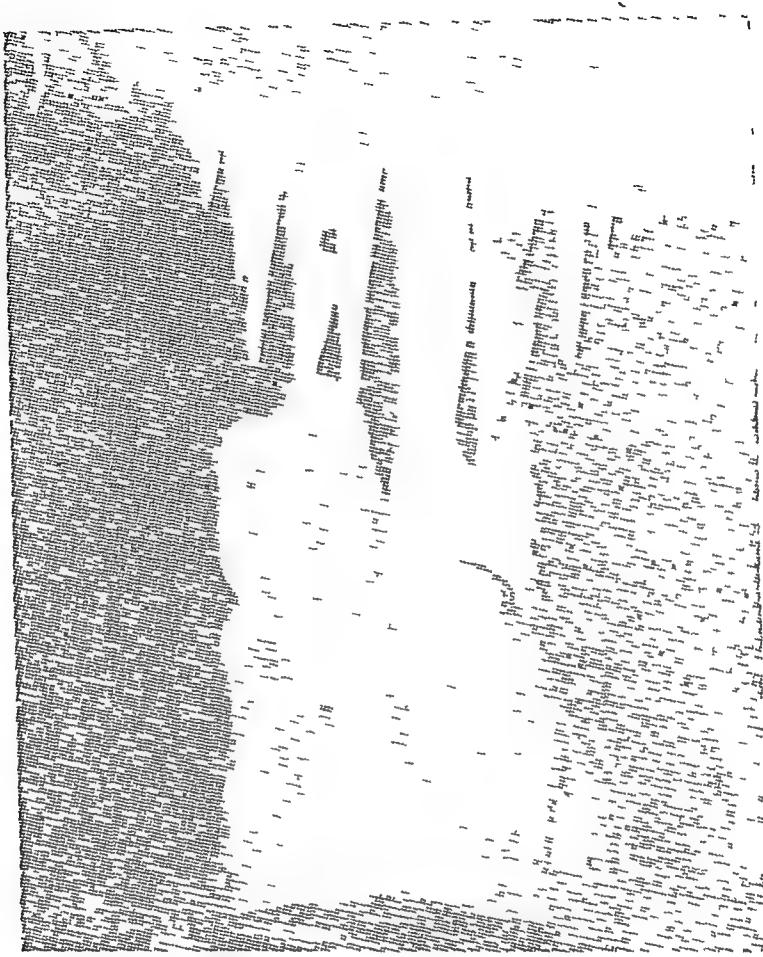
सु वे नामक एक वैद्यक ग्रन्थमें बताया गया है कि आकाशमें पाँच तत्त्व होते हैं और पृथ्वीमें भी पाँच तत्त्व होते हैं। पृथ्वीके 'छी' तत्त्वसे मिलता-जुलता आकाशका 'भेज' तत्त्व है। पृथ्वी पत्थर और धातुको उत्पन्न करती है और 'भेज'से भी पत्थर और ताँबा उत्पन्न होता है—यह ऊपर दिये गए सोतेके पानीसे ताँबा और फिटकरीका पत्थर बननेके उदाहरणकी ही तरह है।

एक और कीमियागरके लिखे अनुसार .

“मनुष्य प्रकृतिको जीत सकता है, सर्दियोंमें बादलोंको और गर्मियोंमें बर्फको बरसा सकता है, भूत (प्रेत)को उर्दके दानेमें बन्द कर सकता है, पानीके प्यालेमें मगरमच्छको रख सकता है, चित्रमें बने द्वारको खोल सकता है और जड़ मूर्तिको बोलती हुई कर सकता है . अतिथि तो आते और जाते हैं, लेकिन सभीका सत्त्व—मूल पदार्थ बना रहता है, उसका नाश नहीं होता।” द्रव्यके अविनाशी होनेके नियमसे इसका साम्य है।

“कुछ गुफाओंमें पानी टपकता रहता है और वह टपकता हुआ पानी स्तम्भमें परिवर्तित हो जाता है। वसन्त और शरदमें कुछ कुओंका पानी पत्थर बन जाता है, मतलब यह कि पानी पत्थरमें

परिवर्तित हो जाता है। ये पत्थर हमेशा आर्द्रतावशोषी (hygroscopic) रहते हैं।” ये सभी उदाहरण उस समयकी मान्यताके अनुसार पानीका परिवर्तन होनेसे बने पदार्थोंके हैं।



कुछ गुफाओमे पानी टपकता रहता है और वह टपकता हुआ पानी स्तम्भमे परिवर्तित हो जाता है।

इसी प्रकार लकड़ीका तत्त्व आकाशमे रहता है तो हवा होती है। लकड़ी अग्निको उत्पन्न करती है और पवन उसका पोषण। पाँच तत्त्वोंके महाभूतोंका धर्म ऐसा ही है।

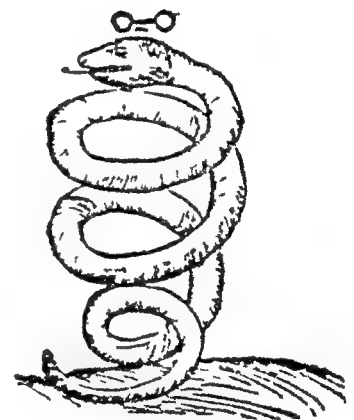
इन उदाहरणोंसे पता चलता है कि प्राचीन कालमे रासायनिक क्रियाओंका अधिकचरा, परन्तु प्रचुर ज्ञान चीन वालों को था और उनके पर्यवेक्षण भी त्रुटिहीन थे। केवल उन्हें यह जानकारी नहीं थी कि पानीका वाष्पीकरण होकर उड़ जाता है और उसमे का विलेय क्षार बचा रह जाता है, इसीलिए वे मानते थे कि पानीका पत्थरमे रूपान्तर हो जाता है।

इसके अतिरिक्त भट्ठियों, बरतनों, धौकनियों, घमन मुखों आदि उपकरणों तथा कब धौकनीको घीरे चलाना चाहिए और कब तेज आदि क्रियाओंका उल्लेख भी चीनी कीमियागर साहित्यमे मिलता

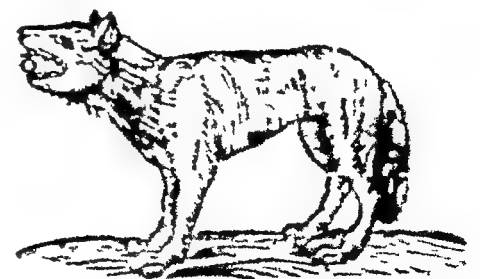
है। क्रियाके जोरको बढ़ाना हो तो शुक्ल पक्ष और कम करना हो तो कृष्ण पक्ष—इस प्रकार चन्द्रकी कला द्वारा क्रियाओका वर्णन किया गया है।

चीनी कीमियागरीके समस्त साहित्यको देखनेसे यह निष्कर्ष निकलता है कि १८वीं शताब्दी तक चीनमें रसायन शास्त्र यूरोपकी अपेक्षा बहुत उन्नत था, लेकिन उसके बाद चीन पिछड़ गया।

ई० १६९४में येन युआनने चीनमें एक महाविद्यालयकी स्थापना की थी। उस महाविद्यालयमें भाषा ज्ञान, गणित, खगोल, चिकित्सा-शास्त्र और युद्ध-कलामें प्रयुक्त होनेवाले यंत्रोंका उपयोग करना सिखाया जाता था। रसायन शास्त्र और मद्य बनाने तथा उसका उपयोग करनेकी रीति भी सिखाई जाती थी। १६८३ई० में ताई जंग द्वारा रचित एक पुस्तकमें वायुदाबमापी, तापमापी, सुईके द्वारा आर्द्रतामूचक आर्द्रता मापी, उपक्षेपणी (वक्रनाली Siphon) और सूक्ष्मदर्शी जैसे अद्यतन ८० उपकरणोंका वर्णन किया गया है।



मग्नियाकी धातु आर्मेनिकामें मग्नन
१७वीं शताब्दी



१८वीं शताब्दीमें कुम्भीय धातु मग्नी-
मग्निया मग्नन

अरबी कीमियागरीकी पुस्तक 'शाह दिवान अल् गुहुर'का एक पृष्ठ

अब हम देखेंगे कि अरबदेशोंमें कीमियागरी ओर उगसे रसायन शास्त्रका विकास किस प्रकार हुआ।

अल्केमीका विकास सबसे पहले चीनमें हुआ, लेकिन यूरोपको उसका ज्ञान मिनके ही द्वारा हो सका। यूनानी कीमियागरीके सचित्र ज्ञानको नेस्टोरियन लोग अपने साथ ईसाकी पाँचवीं शताब्दीमें नीरिया ले गए थे, इस तथ्यको हम 'स्वास्थ्यदर्शन'में पढ़ आए हैं। अरब राज्योंमें मुस्लिम सभ्यतिके उदयके बाद यूनानी कीमियागरीका वह सचित्र ज्ञान अरबोंको मिला। परन्तु उस समय मुस्लिम सभ्यतिने चीन, भारत और अन्य एशियाई देशोंकी विचारों तथा विचारों की प्रयोगों-

के द्वारा सच और झूठको परखनेकी उमंग भी उनमें पैदा हो चुकी थी।

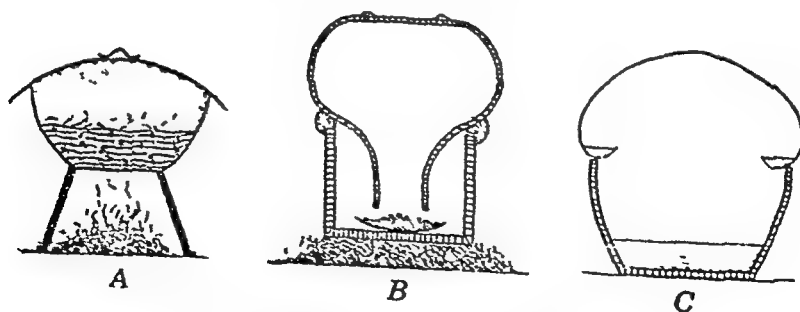
कुछ कीमियागर एक धातुके दूसरी धातुमें परिवर्तन होनेकी बातको स्वीकार नहीं करते थे। कुछ ऐसा अमृत-तत्त्व बनानेके फेरमें पड़े थे, जिससे मनुष्यकी आयुको खूब बढ़ाया जा सके। कुछ ग्रहोंकी गतिके आधार पर दृष्ट-अनिष्ट ग्रह दशाको मानते थे और वैज्ञानिक कार्योंमें भी शकुन-अपशकुनका बड़ा विचार रखते और इस बात पर जोर देते थे कि ग्रहोंके अनुकूल होने पर ही सफलता सम्भव हो सकती है। इस प्रकार कीमियागरी अन्धविश्वासोंके जालमें फँसी हुई थी, फिर भी कुछ बहुत उज्ज्वल परिणाम सामने आये। कीमियागरीका युग १८वीं शताब्दी तक चलता रहा। और यह कहा जा सकता है कि कीमियागरीके ही कुछ प्रयोगकर्ताओंने रसायन-शास्त्र एवं रसायन-ओपव-विज्ञान (Iatro-Chemistry) की नींव रखी।

रसायन-शास्त्रके विकासका श्रेय कीमियागरीकी प्रयोगशालाओं और धातुविदों (metallurgist)के अनुभवोंको देना सर्वथा उचित होगा। मेसोपोटामिया और मिस्रके उत्खननोंमें प्राप्त वस्तुएँ ई० पू० पाँचवीं शताब्दीमें बहोनेवाले धातु कर्म, काँच-निर्माण कला, आमवनी (distillery) आदिको प्रमाणित करती हैं। धातु-शोधन, चमड़ा कमाना, चूना पकाना, गराव निकालना, तरह-तरहके शरबत बनाना आदि क्रियाएँ मुस्लिम युगमें विकसित हो चुकी थीं।

अल्केमीके सम्बन्धमें अरब वैज्ञानिक जवीर (७६८-८०९)की कृतियाँ उल्लेखनीय हैं। अपनी पुस्तक 'गुण-धर्म' (Book of Properties)में उसने सफेदा बनानेकी रासायनिक विधिका विस्तारसे वर्णन किया है। उसकी कृतियोंसे यह भी पता चलता है कि उस समय नाप-तोलमें भी बड़ी सावधानी बरती जाने लगी थी।

जवीरने पदार्थके दो विभाग किए थे। गर्म करने पर वायु रूप होकर उड़नेवाले पदार्थोंको उसने 'साल' यानी 'स्पिरिट' कहा। गन्धक, सखियाके क्षार, पारा, नौसादर (साल एमोनिक)का समावेश इस विभागमें किया जाता था। उसके जमानेमें भी नौसादरका उपयोग धातु-शोधनमें प्रद्रावक (flux) के रूपमें होता था। नौसादर बनानेकी विधि भी उसे ज्ञात थी।

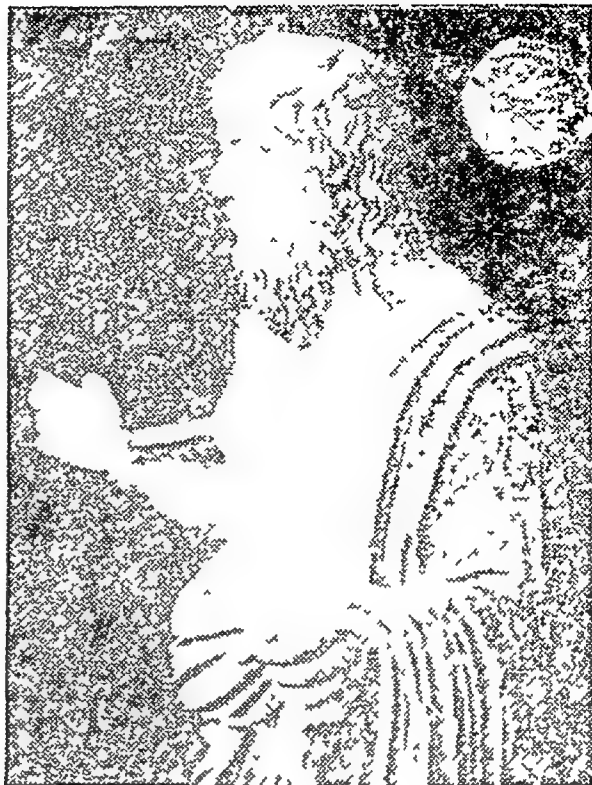
उस समयकी सात ज्ञात धातुओंको उसने दूसरे विभागमें रखा। ये थी सोना, चाँदी, सीसा, रॉंगा, ताँबा, लोहा और पारा। इसके अलावा उसने चीनी-लोहे (जस्ता)के बारेमें भी लिखा है।



आसवनका पूर्व स्वरूप सघननके पात्र-सघनित्र

जवीरने यह भी लिखा है कि जिन धातुओंका चूर्ण हो सकता है (भगुर धातुएँ) उन्हें पीटकर उनमें पत्ते (पत्तर) नहीं बनाये जा सकते। जवीरकी प्रयोगशाला तैग्रिस नदीके किनारे कूफामें थी।

हिराक्लीटस
[ई० पू० ५४०-४७५]



जेनोफेनिस, हिराक्लीटस, थैल्स आदि सभी यूनानी दार्शनिक इस बातको मानते थे कि सारी सृष्टि एक ही आद्यतत्त्वसे पैदा हुई है, लेकिन उस मूलतत्त्वके स्वरूपके बारेमें उनमें मतभेद था।

थैल्सका कहना था आद्यतत्त्व पानी है। भाप बनाकर उसे उड़ा दो, या ठंडा करके जमा दो तो ठोस पदार्थ प्राप्त होंगे।

हिराक्लीटसका कहना था आद्यतत्त्व अग्नि है और उसके द्वारा जो परिवर्तन होता है वही तथ्य वास्तविकता है।

नीलमकी तस्ती

(हर्मिस द्वारा नीलमकी तस्ती पर अंकित कीमियागरीका रहस्य)

एक ही (सत्) के अनेक कौतुकोकी सिद्धि, जो ऊपर (आसमानमे) है वही नीचे (पातालमे) है, ओर जो पातालमे है वही आसमानमे है, यह वास्तविकता सच्ची, असत् (दोष) रहित सर्वश्रेष्ठ सत्य है।

एकही के चिन्तनसे सभी वस्तुओका प्रादुर्भाव होता है इसलिए वे सब एक हीमेमे जन्मी हुई है।

उनके पिता सविता है और माता चन्द्रमा है। वायुने उनकी स्थापना चन्द्रमाके उदरमे की है।

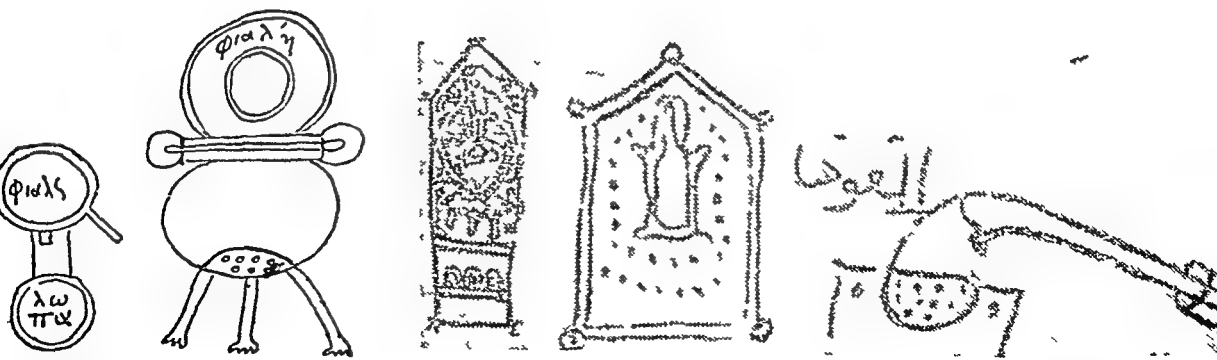
सृजनमे अवस्थित समस्त ज्ञानके पिता सविता ही हैं। उन्हें पृथ्वीकी ओर घुमाया जाए तो भी उनके गुण अबाधित रहेगे।

बड़े ही कौशल और धैर्यसे तुम अग्निमेसे धातुको पृथक् करते हो। स्थूलमेमे सूक्ष्मको उपजाते हो। इसी प्रकार एक ही मूल सत्यसे समस्त वस्तुओकी सृष्टि हुई है।

सविता देवकी सत्ताके सम्बन्धमे मुझे जो-कुछ कहना था वह मैंने समाप्त किया। वह (सत्) पृथ्वीसे ऊँचा उठकर आसमानको आच्छादित कर देता है ओर वहाँसे फिर लौटकर पृथ्वीमे-पातालमे भी व्याप्त हो जाता है। जो-कुछ ऊँचा है या जो-कुछ नीचा है वह दोनों हीकी सत्ताको धारण किए हुए है।

इसी प्रकार समस्त सर्जनके ज्ञानका प्रकाश होगा और अज्ञान पलायन कर जाएगा।

बलोका बल भी वही है, क्योंकि जितना भी सूक्ष्मातिसूक्ष्म ज्ञान है वह सारा उसकी पहुँचमे है और स्थूलातिस्थूलके भी हार्द तक उसकी गति है।



रासायनिक प्रयोगके पुराने उपकरण

प्राचीन यूनानी पाइलिपिसे

धातु पकानेके उपकरण क्रमिक विकास
भभका (रिटार्ट) और प्रापक (रिसीवर)

उसने अपना यौवन काल कीमियागरी सीखनेमें बिताया और अनुभव सिद्ध ज्ञानके आधार पर ही ग्रन्थ रचना की। प्रयोगशालाके लिए आवश्यक उपकरणोंकी सूची भी उसने दी है। उसकी सूचीमें विभिन्न प्रकारकी भट्ठियाँ, घौकनियों, कुठालियों (मूपा), आसवनके लिए भभका-यन्त्रों (stills), तुलाओ, बटखरों, पलियों (flask), गीशेके बरतनोंके अतिरिक्त रेणु ऊष्मको एवं जल ऊष्मको (sand bath and water bath)के उपयोग तथा पदार्थोंके छाननेके लिए अलग-अलग प्रकारके निस्यन्दन (filters) बनानेकी विधियोंका समावेश किया गया है। भारात्मक (gravimetric) पद्धतिसे रासायनिक प्रयोग करनेकी प्रथा भी उसीने गुरु की थी।

रूहेजीस (८६५-९२५) एक धातुके दूसरी धातुमें परिवर्तित होनेकी बातको मानता था। वह नाइट्रिक अम्ल और गन्धकके तेजाबका उपयोग करता था। जड़ और चेतन पदार्थोंका उसने तीन विभागोंमें वर्गीकरण किया था वनस्पति, प्राणी और खनिज। उस जमानेकी इस प्रचलित मान्यताको कि प्रत्येक (जड़) पदार्थमें गन्धक, लवण और पारेके गुण-धर्म होते हैं, उसने स्वीकार नहीं किया था, यद्यपि उसका परवर्ती पैरा सैल्स इस धारणाको अन्त तक मानता रहा।

रूहेजीसने खनिजके छह विभाग किये थे

१ वाष्पशील पदार्थ—पारा, नौसादर आदि और गन्धक, मैन्सिल (1 calgar) जैसे दहनशील पदार्थ,

२ सात धातुएँ,

३ छह प्रकारका सुहागा वोरेक्स (क्षारागार-नेट्रोन अथवा रेह कल्लर-नोनी मिट्टीके साथ),

४ ग्यारह प्रकारके लवण जिनमें सैधव, चूना, मूत्र क्षार, पोटाश (मज्जी) आदिका समावेश किया गया था।

५ तेरह प्रकारके पत्थर—मुख्यतः कच्ची धातुएँ—मेल्लेचाइट, हिमेटाइट, जिप्सम, फिटकरी इत्यादि, और

६ विट्रियल—कासीस (सल्फेट), जिसे गरम करनेसे गन्धकका तेजाब निकलता है।

उसके बाद एवीमेना—इब्नमेना (९८०-१०३७)ने अल्केमी-सम्बन्धी अपने लेखोंमें स्पष्टतामें कहा कि एक धातुका दूसरी धातुमें परिवर्तन असम्भव है। निष्कृष्ट धातुओंके मिश्रणसे सोने या चांदीकी तरह दिगार्ड देनेवाली मिश्र धातु बन जाती है, परन्तु वह सोना या चांदी कदापि नहीं हो सकती।



एवीमेना

इस प्रकार प्रसिद्ध अल्केमिस्ट वैज्ञानिक पद्धतिमें काम करने लगे थे। उन्होंने मद्य-आगवनकी विधियोंमें सुधार किया और शुद्ध ऐल्कोहल (मद्यनार)का आगवन भी सिद्ध कर लिया था। गन्धक, लवण और पारेके अम्ल बनानेकी विधियाँ भी उन्होंने खोज

निकाली थी और इन अम्लोका वे उपयोग भी करते थे। भारात्मक पद्धतिमें कार्य करनेके ढंगको उन्होंने ओर भी विकसित किया। अरबी अल्केमीने विलयन, आसवन, निम्नन्दन, ऊर्ध्व पातन आदि रासायनिक विधियाँ यूरोपको भेंट की।

उसके बाद अरबी विज्ञान आगे प्रगति नहीं कर सका। ज्ञान-विज्ञानका क्षेत्र वगदाद अथवा अरविस्तानके गहरोसे हटकर सिकन्दरिया (अलेक्जेंड्रिया) में सीमित हो गया। वहाँ अल्केमीको थोड़ा परिष्कृत रूप प्राप्त हुआ। अरस्तूने यह मत व्यक्त किया था कि धातुओका रंग, द्युति, तन्यता (tenacity), आघात-वर्धनीयता आदि गुण ऊपरी हैं, उपयुक्त विधिके द्वारा हलकी धातुओमें भी चाँदी-सोने-जैसी धातुओके गुण पैदा किए जा सकते हैं। इसको आधार बनाकर अल्केमिस्ट आगे बढ़े। पदार्थ-मात्र चार महाभूतोंसे बने हैं और उनकी न्यून या अधिक मात्राकी मिलावटसे सभी पदार्थ बनते हैं—अरस्तूके समयसे चली आती इस प्राचीन मान्यताके साथ अरबी अल्केमी विद्याका मेल बिठानेके प्रयत्न किए गए। पाँच महाभूतोंकी दृष्टिसे, उनको न्यूनाधिक मात्रामें मिलाने अथवा अनुपातमें परिवर्तन करनेमें एक धातुको दूसरी धातुमें बदला जा सकता है—इस बातको कीमियागर मानते थे।

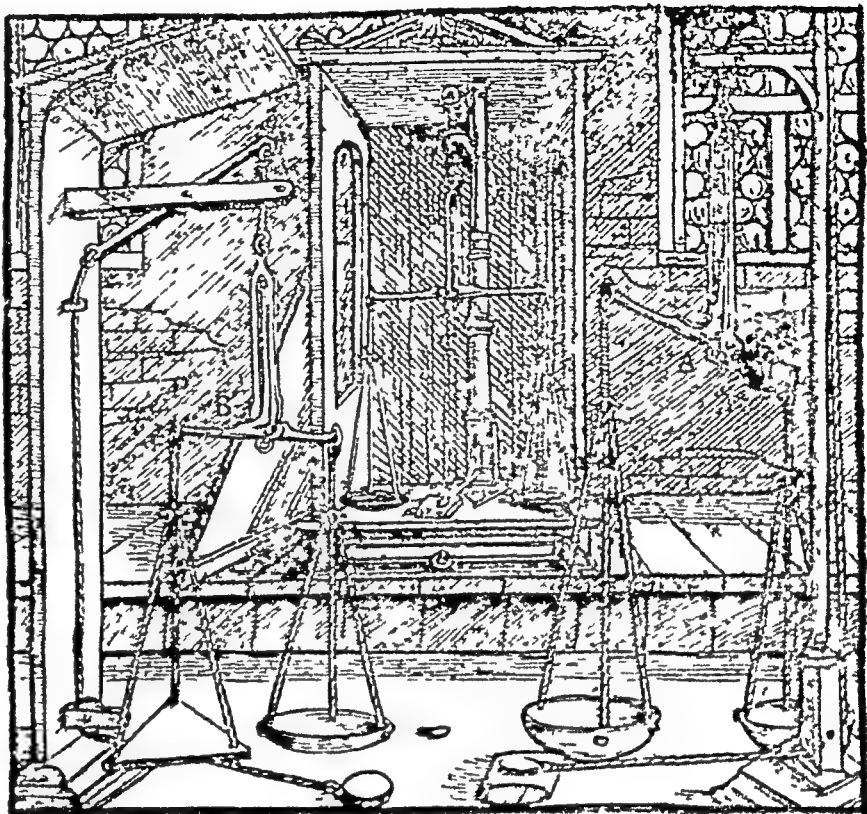
राबर्ट एस्टर्ने (१११०-११६०) ११४४ ई०में कीमियागरीके अरबी ग्रन्थोंका सबसे पहले लातिन भाषामें अनुवाद किया। जिरार्ड आफ क्रैमा (१११४-११८०) ओर उसके साथियोंने ९२ ग्रन्थोंका अरबीसे लातिनमें अनुवाद किया। परन्तु यूरोपके ईसाई देशोंकी मान्यताओंमें अरबी अल्केमीके साथ रहस्यवाद, फलित ज्योतिष, ग्रहोंकी इष्ट-अनिष्ट दशा आदिका भी प्रवेश हो चुका था।

उस समयके अल्केमिस्टोंकी यह मान्यता थी कि चार महाभूतोंका अन्तिम स्वरूप पारा है, पारेकी गन्धकके साथ क्रिया करनेसे पारसमणि (पारम पत्थर) तैयार होता है, हलकी धातुएँ इस पत्थरको छूनेसे सोना बन जाती हैं। गन्धकके तीन स्वरूपों (सफेद, पीला, लाल)का ज्ञान उन्हें था, इसलिए उन्होंने यह धारणा बना रखी थी कि सफेद गन्धकके द्वारा बनाया हुआ पत्थर धातुओंको चाँदीमें रूपान्तरित करता है, पीले गन्धक द्वारा बनाया हुआ पत्थर धातुओंको सोनेमें रूपान्तरित करता है, आदि। इस दिशा में प्रयत्न करनेवाले सभी प्रयोगकर्ताओंको अन्तमें निराश होना पड़ा। लेकिन ऐसे भी कुछ धूर्त और ढोंगी थे जो कुठालीकी पेदीमें सोनेकी किरच रख ऊपर मोमकी तह जमा देते और फिर कुठालीमें हलकी धातुएँ डालकर तपाते और पिघल जाने पर उसमेंसे मोना निकाल कर दिखा देते और इस तरह हलकी धातुओंको सोनेमें रूपान्तरित करनेका दम भरा करते थे। उनकी इन करामातोंसे राज पुरष तक धोखा खा जाया करते थे। इससे अल्केमिस्टोंकी बड़ी निन्दा हुई। तत्पश्चात् अल्केमी विद्याका झुकाव दवाइयों बनानेकी ओर हुआ। गन्धक, पारा और क्षारोंका उपयोग करके पैरा सैल्सस (१४९३-१५४१)ने कई नई-नई दवाइयों बनाईं। वे कितनी कारगर थी यह बताना मुश्किल है। लेकिन अल्केमिस्टोंका झुकाव दवाइयों बनानेकी ओर हुआ, यह निर्विवाद है। इसका भी कारण था। यूरोपमें उन दिनों प्लेग, चेचक, हैजा आदि महामारियोंका दौर एकके बाद एक चलता ही रहता था और उसमें इतने अधिक आदमी मरते थे कि सोना बनानेके बदले दवाइयों बनानेकी ओर अल्केमिस्टोंका ध्यान जाना स्वाभाविक था। इसी झुकावके कारण यूरोपमें औपधि-विज्ञानका उदय हुआ।

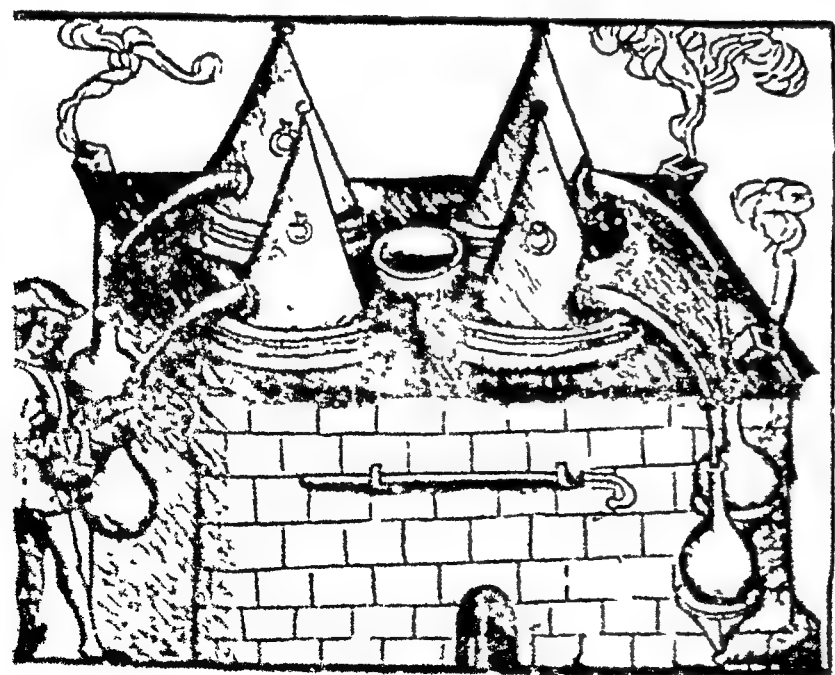
१८वीं सदी तक यूरोपके देशोंमें अल्केमीका प्रभुत्व रहा, यद्यपि वैज्ञानिकोंने उनसे पृथक् होकर शुद्ध विज्ञानका विकास १७वीं शताब्दीसे ही प्रारम्भ कर दिया था। परन्तु जन सामान्य तो उन्हें भी

जादूगर, कीमियागर अथवा अल्केमिस्टके ही रूपमे जानते थे। जनमानस जादूगर और कीमियागरके बीच भेद नहीं कर सकता, इसीलिए तो न्यूटनको उन्होंने अन्तिम जादूगर (last of the magicians) कहा था। १६वीं सदीमे तो विज्ञानको भी 'कुदरती जादू' (natural magic)के ही नाममे पुकारा जाता था।

कालान्तरमे कीमियागर और जादूगरका युग समाप्त हुआ और शुद्ध विज्ञानने अपनी सम्पूर्ण गरिमाके साथ १९वीं शताब्दीमे पदार्पण किया। अब हम यूरोपमे अल्केमीसे रसायन-शास्त्रके विकासका सक्षिप्त विहगावलोकन करेगे।



अग्रिकोला (१४९४-१५५५)की धातु शोधनकी प्रायोगिक भट्ठी और उसके उपकरण

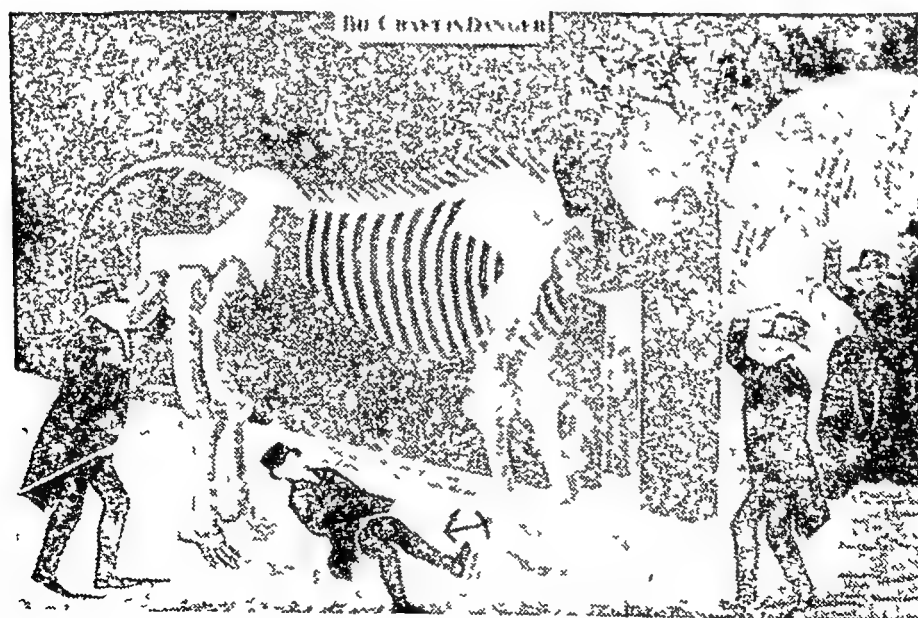


पारेका ज्ञानवन

सोलहवीं शताब्दीमें विज्ञानकी प्रगति



रायल इन्स्टीट्यूट के सदस्यों की हँसी उड़ानेवाला एक व्यंग्य चित्र (डेवी के समय में)



डूब मरो! विज्ञान के ऐसे विभाग भला विश्वविद्यालय में खोले जाते होंगे? जब यूरोप करवट बदलकर विज्ञान की ओर उन्मुख होता है तो पुरातन-पन्थी उसका विरोध करते हैं।

३ : यूरोपमें रसायन विज्ञानका विकास

मध्ययुगके अन्त तक यूरोपीय विज्ञानका इतिहास बहुत खेदजनक है। अज्ञान, अन्ध-विश्वास और धर्मान्धता आदि अवरोधक शक्तियाँ उसके विकासमें बराबर बाधा पहुँचाती रही। उस समयके विद्वान प्रत्यक्ष निरीक्षण (अवलोकन) और प्रयोगोंके द्वारा ज्ञान प्राप्त करनेके बदले अनुमान (परिकल्पनाएँ) करते थे। धर्मगुरु भी काफी शक्तिशाली थे और उनके अधिकारोंका डका बजता था, परम्परागत प्रणालियों (रूढ़ियों)को चुनौती देने और नये सिद्धान्तोंको प्रतिपादित करनेवाले विद्वानोंको जेल या मौतकी सजाएँ दी जाती थी। अरस्तू, टॉलेमी (तोलेमी), गैलेन और प्लीनी जैसे दार्शनिकोंकी रचनाओं पर स्वतन्त्र-रूपसे विचार कर नया ज्ञान सम्पादन और उसका प्रचार करनेका साहस गिने-चुने विद्वानोंमें ही था। बारहवीं और तेरहवीं शताब्दी में यूरोपके कुछ नगरोंमें विश्वविद्यालय स्थापित किये गए थे, परन्तु वहाँ भी पुरातन यूनानी दार्शनिकोंके विचारों और मान्यताओंको ही विद्यार्थियोंके दिमागोंमें ठूँसा जाता था। चौदहवीं शताब्दीसे यूरोपके बुद्धिवादियोंने प्रयोगोंके द्वारा नया ज्ञान प्राप्त करने पर जोर दिया। पन्द्रहवीं शताब्दीमें मुद्रण-कलाका आविष्कार हुआ और उसके द्वारा जनतामें नये विचारोंको तेजीसे फैलानेकी सम्भावनाएँ पैदा हुईं। १४५३में कुस्तुन्तुनिया (कान्स्टेण्टिनोपुल)का पतन हुआ, जिससे पूर्वी साम्राज्यका ज्ञान-विज्ञान यूरोपमें फैला। कोलम्बस, वास्को द' गामा, मैगेलैन (मगेलैन) आदि नाविकोंने अपने नौ-अभियानों द्वारा नये देशों और नये समुद्री मार्गोंका पता लगाया। इन सबसे प्रभावित होकर नवयुवक नई शोध-खोजकी ओर प्रवृत्त हुए। १६वीं शताब्दीमें खगोलके क्षेत्रमें कोपरनिकसने प्राचीन यूनानी खगोलवेत्ता टॉलेमीके इस मतका कि सूर्य पृथ्वीके चारों ओर घूमता है, खण्डन किया और अपना यह मत प्रतिपादित किया कि पृथ्वी स्थिर नहीं है, वह सूर्यकी परिक्रमा करती रहती है। इन्हीं दिनों चिकित्साशास्त्रके क्षेत्रमें वैसेलियसने यूनानी चिकित्साशास्त्री गैलेनके मानव शरीर-रचना-सम्बन्धी कई विचारोंको गलत और भ्रान्त ठहराया। इन अनुसन्धानोंने पुराणपन्थियोंमें खासी उथल-पुथल मचा दी, जिससे विज्ञानका झुकाव नई दिशाकी ओर हुआ। गैलिलियो, केपलर और न्यूटनने जो कार्य किये, उनके परिणामस्वरूप खगोल-विज्ञान और भौतिकी (भौतिकशास्त्र)का तो तेरहवीं शताब्दीमें द्रुत विकास हो रहा था, परन्तु रसायनशास्त्र अभी तक कीमियागरीसे मुक्त नहीं हुआ था, क्योंकि कई अच्छे-अच्छे विद्वान भी कीमियागरीका मोह छोड़ नहीं सके थे।

सोलहवीं शताब्दीमें रसायनशास्त्रकी प्रगतिमें योगदान करनेवाले वैज्ञानिकोंमें पैरा सैल्सस



पैरा सेल्सस (१४९३-१५४१)



अग्रिकोला (१४९४-१५५५)

(१४९३-१५४१), अग्रिकोला (१४९४-१५५५) और वान हेलमाण्ट (१५७७-१६४४) की गणना की जा सकती है। पैरा सेल्सस चिकित्साशास्त्रका शिक्षक था और नई-नई औषधियोंकी शोध-खोजके लिए प्रयोग करता रहता था। पारा, गन्धक आदिसे उसने नये क्षार बनाए थे। वह इस बात पर जोर देता था कि चिकित्सकोको रासायनिक प्रयोगोंके द्वारा नई औषधियोंकी खोज करनी चाहिए। उसने चिकित्सा-शास्त्र, कीमियागरी, ज्योतिष, जादू और धर्म आदि विभिन्न विषयोंपर लगभग २३४ पुस्तकें प्रकाशित की



जान वेष्टिस्टा वान हेलमाट (१५७७-१६४४)
और उसका लड़का फ्रान्सिस मरक्युरियस



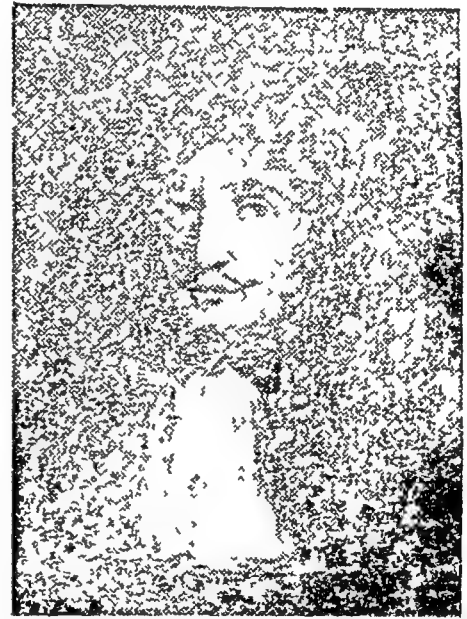
रावर्ट बॉयल (१६२७-१६९१)

थी। उसकी कुछ मान्यताएँ विलकुल गलत थी। उदाहरणार्थ वह मानता था कि हमारा शरीर पारा, गन्धक और लवणका बना हुआ है। अग्रिकोला चिकित्साशास्त्र, रसायन और धातुओंके क्षेत्रमें पारंगत था और धातुओंपर उसने जो पुस्तक लिखी वह कई वर्षों तक चलती रही। वान हेलमाण्टने कार्बन डाइ-आक्साइड गैसकी खोज की थी और यह बतलाया था कि चूनेके पत्थर (lime-stone) पर अम्लकी क्रिया और किण्वन (fermentation) की क्रियाके दौरान यह गैस उत्पन्न होती है।

सत्रहवीं शताब्दीमें रसायनशास्त्रमें सक्रिय

योगदान-करनेवालोमे रावर्ट बाँयल (१६२७-१६९१) अग्रणी था। सम्पन्न परिवारमे जन्मे रावर्टने इंग्लैण्ड और यूरोपमे अच्छी शिक्षा पाई थी। उस जमानेके ज्ञानपिपासु और प्रगतिशील विचारोके विद्वानोंने एक गोष्ठी बनाई थी, जिसका उद्देश्य नया ज्ञान प्राप्त करना था। मिलने-बैठनेका कोई निश्चित स्थान न होनेके कारण उन्होंने अपनी गोष्ठीका नाम अदृश्य कालेज (Invisible College) रखा था। १६६०मे इंग्लैण्डके राजा चार्ल्स द्वितीयने इस गोष्ठीको चार्टर (गासपत्र) प्रदान किया और तबसे वह अदृश्य कालेजके बदले राँयल सोसाइटी कहलाने लगी। पिछली तीन शताब्दियोमे इस सस्था (राँयल सोसाइटी)ने विज्ञानके क्षेत्रमे प्रचुर योगदान किया, और उसका फेलो (सदस्य) निर्वाचित होना बडे सम्मानकी बात समझी जाती है। सत्रहवी और अठारहवी शताब्दीके वैज्ञानिक पानी, हवा और दहनको मूलतत्त्व मानते और इन मूलतत्त्वों एव प्रक्रियाओको समझनेमे लगे हुए थे।

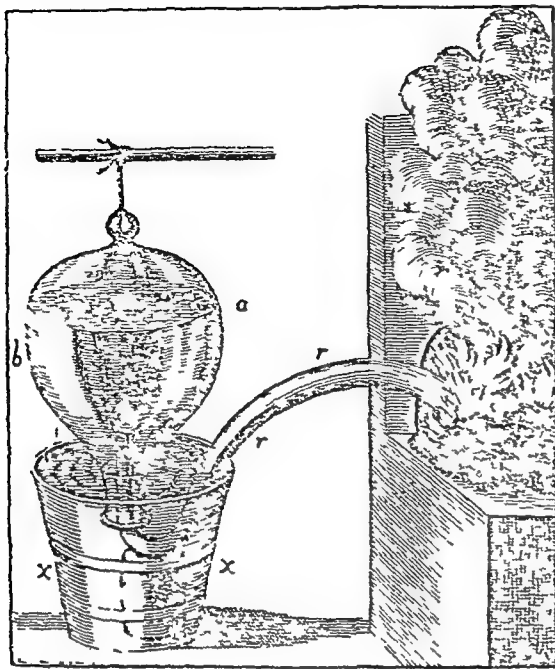
बाँयलने अनेक क्षेत्रोमे अनुसन्धान किये। गैस-सम्बन्धी उसके अनुसन्धान इतने महत्वपूर्ण है कि उनके कारण उसे आधुनिक रसायनशास्त्रका जनक कहा जाता है। अपने इन प्रयोगोके दौरान उसने गैसके दाब (pressure) और उसके आयतन (volume) के पारस्परिक सम्बन्धवाला जो नियम खोज निकाला वह 'बाँयलके नियम' (Boyle's law) के नाम से प्रख्यात है। उसने हवाका नाप-तोल किया और अदृश्य हवा 'अदृश्य कालेज' के सदस्योंकी चर्चाका विषय बन गई। हवाका दाब कम करनेसे क्वथनांक (boiling point) कम होता है, जब पानी बर्फके रूपमे जम जाता है तो उसका विस्तार बढ़ जाता है, निर्वात (जिसमेसे हवा निकाल दी गई हो) पात्रमे भी लोहचुम्बकका चुम्बकीय गुण बना रहता है, आदि गवेषणाएँ बाँयलने की थी। मूलतत्त्वकी उसने जो व्याख्या की थी वह आज भी मान्य है। उसकी व्याख्याके अनुसार जिस पदार्थमेसे रासायनिक क्रियाके द्वारा अन्य तत्त्वोको पृथक् नहीं किया जा सके, वह मूलतत्त्व है। उसने मिश्रण, यौगिक और मूलतत्त्वके अन्तरको भी स्पष्ट किया। फास्फोरस बनानेका ढंग भी उसने स्वतन्त्र रूपसे खोज निकाला था। रासायनिक विच्छेदनकी नींव उसीने रखी। उसकी पुस्तक 'दि स्केप्टिकल केमिस्ट'ने विज्ञानके क्षेत्रमे एक नई परम्पराको जन्म दिया। वह प्रायोगिक-विज्ञानमे अग्रगण्य था। १७वी शताब्दीमे रसायनशास्त्रके विकासमे योगदान करनेवाले और भी कई वैज्ञानिक थे, जिनमे रावर्ट हूक (१६३५-१७०३), जानमेयो (१६४५-१६७९), ग्लौवर (१६०४-१६७०), कुकल (१६३०-१७०१), वेचर (१६३५-१६८२) और लेमरी (१६४५-१७१५)के नामोका उल्लेख किया जा सकता है।



जान कुकल वान लोवेन्स्टर्न
(१६३०-१७०१)

हूकने दहन क्रियाको समझनेकी कोशिश की थी। वह इस नतीजे पर तो पहुँच गया था कि हवामे ऐसा कोई तत्त्व होता है जो दहनका सपोषण करता है, लेकिन उस तत्त्वका पता

लगानेमें वह सफल न हो सका। भौतिकीके क्षेत्रमें भी उसने प्रकाश इत्यादिके बारेमें अपने अनुमान व्यक्त किये थे। मेयो इस अनुमान पर पहुँचा था कि हवामें ऐसा कोई तत्त्व है जो



गैस इकट्ठा करनेके लिए टेलस द्वारा
निर्मित उपकरण

(b'ow pipe)के द्वारा विश्लेषण करनेकी पद्धतिकी खोज उसने की थी, जो आज भी प्रचलित है। चीजोंके सड़ने और क्षिप्यकी क्रियामें साम्य होनेकी बात उसने बताई थी। फास्फोरमकी खोज उसने स्वतन्त्र रूपसे की थी। वेचरने धातुओंको गलानेके लिए ईंधनके रूपमें कोयलेके आसवनके दौरान प्राप्त होनेवाली गैस और उसीके साथ प्राप्त होनेवाले डामर (तारकोल)का उपयोग करनेका सुझाव दिया था, लेकिन उस समयका यूरोप डामरका उपयोग करनेके लिए तैयार नहीं था। वेचरकी विशेष प्रसिद्धि तो १८वीं सदीमें विज्ञानके क्षेत्रमें खासी हलचल मचानेवाले फ्लोजिस्टवादके अग्रणीके रूपमें है। उसने यह मत प्रतिपादित किया था कि वस्तुएँ तीन प्रकारकी मिट्टीकी बनी होती हैं टेरालेपिडा, टेरा मरक्युरिआलिस और टेरा पिगुइस। उसके मतानुसार आसानीसे जलनेवाली वस्तुओंमें टेरा पिगुइस अधिक मात्रामें होती है और जब वह वस्तु जलती है तो टेरा पिगुइसका विलोप या विलीनीकरण हो जाता है। लेमरीने फ्रेच भाषामें रसायन-शास्त्र पर एक पुस्तक लिखी थी, जिसका यूरोपकी सभी भाषाओंमें अनुवाद हुआ। लेमरीने खनिज पदार्थों और वानस्पतिक रसायनोंका अन्तर बताया और रसायनके आजके दो प्रमुख भेदों—अकार्बनिक और कार्बनिकका संकेत भी किया था।

१८वीं शताब्दीके उत्तरार्द्धमें रसायनने तेजीसे प्रगति की, लेकिन इस सदीके पूर्वार्द्धमें उल्लेखनीय प्रगति नहीं हो पाई। स्टीफन हेल्स (१६७७-१७६१)ने रक्त, काष्ठ, कोयला, चीनी

और शहद आदि कार्बनिक पदार्थोंको गर्म करनेसे जो गैसे निकलती है उन्हें पानीके ऊपर एकत्रित किया था। उसने इन गैसोंके गुणोंकी जाँच-पड़ताल नहीं की। वह तो सिर्फ यह मालूम करना चाहता था कि विभिन्न पदार्थोंसे किस-किस परिमाणमें गैसे प्राप्त होती है। उसके प्रयोगोंकी सबसे बड़ी त्रुटि यह थी कि कुछ गैसे पानीमें घुल जाती है, जिस पर उसने कोई ध्यान नहीं दिया। स्टाल (१६६०-१७३४)ने आक्सिडेशन रिडक्शन (आक्सी-न्यूनीकरण)के क्षेत्रमें काम किया था और अनेक क्षारोंको गर्म कर उनमें होनेवाले परिवर्तनोंका परीक्षण किया था। उसकी ख्याति दहन-सम्बन्धी फ्लोजिस्टनवाद के प्रबल समर्थकके रूपमें है। स्टालने बेचरके टेरा पिगुडसको 'फ्लोजिस्टन' नाम प्रदान कर यह मत प्रतिपादित किया कि सभी ज्वलनशील पदार्थोंमें फ्लोजिस्टन नामक तत्त्व रहता है और पदार्थके दहनके दौरान उड़ जाता है। जब लकड़ी (काष्ठ) जलती है तो उसमेंसे ज्वाला निकलती है और अन्तमें राख बच जाती है। स्टालके मतानुसार लकड़ी राख और फ्लोजिस्टनसे बनी होती है। राँगा, सीसा आदि धातुओंको गर्म करनेसे जो नया पदार्थ बनता है उसे धातुकी भस्म (आक्साइड) कह सकते हैं। फ्लोजिस्टनवादियोंके मतानुसार ये धातुएँ अपनी-अपनी भस्म और फ्लोजिस्टनकी बनी हुई हैं। कुछ वैज्ञानिकोंने इससे भी आगे जाकर फ्लोजिस्टनवादी सिद्धान्तको दहनके अतिरिक्त और भी कई रासायनिक क्रियाओं पर लागू किया। उदाहरणके लिए हमारे शरीरके अन्दर होनेवाली रासायनिक क्रियाओंकी उन्होंने दहनसे तुलना की। फ्लोजिस्टनवादियोंकी ऐसी मान्यता थी कि उच्छ्वसनमें हमारे फेफड़ोंमेंसे फ्लोजिस्टन बाहर निकलता है।

फ्लोजिस्टन सिद्धान्तमें कई खामियाँ थीं। फ्लोजिस्टनको किसीने देखा नहीं था, इसलिए इसके गुणोंको कोई भी निश्चयपूर्वक बता नहीं सकता था। जब किसी धातुको हवामें गर्म किया जाता है तो उसका आक्साइड (भस्म) बनता है और वजन बढ़ जाता है, इसलिए अगर दहनके दौरान धातुसे फ्लोजिस्टनके निकल जानेकी बातको माना जाए तो उसका वजन कम होना चाहिए। फ्लोजिस्टनवादियोंने इसका भी उत्तर खोज निकाला था। इस सम्बन्धमें उन्होंने यह मत प्रतिपादित किया कि फ्लोजिस्टन ऋणभार (negative weight) वाले पदार्थोंमेंसे है, इसीलिए धातुको गर्म करनेसे उसका वजन बढ़ जाता है। लगभग एक शताब्दी तक यह सिद्धान्त रसायनज्ञोंके दिमाग पर हावी रहा। १८वीं शताब्दीके उत्तरार्द्धमें आक्सीजनकी खोज हो जानेके बाद लवाशिये और अन्य रसायनज्ञोंने अपने कार्योंसे इसे गलत साबित किया और तब कहीं फ्लोजिस्टनवादको तिलाजलि दी जा सकी। इस सिद्धान्तके सत्यासत्यके निर्णयके लिए वैज्ञानिकोंने अनेक प्रयोग किये, जिससे विज्ञानकी सीमाएँ विस्तृत हुईं। लेकिन ऐसे भी कई वैज्ञानिक थे जो प्रयोगोंके परिणामोंकी स्वतंत्र जाँच-पड़तालके बाद अनुमान पर पहुँचनेके बदले फ्लोजिस्टनवादी सिद्धान्तके द्वारा उन्हें समझने-समझानेका गलत प्रयत्न करते थे, जिससे विज्ञानकी प्रगतिमें बाधा पड़ती थी।

१८वीं सदीके उत्तरार्द्धमें कई कुशल रसायनज्ञ हुए, इनमें जोसेफ ब्लैक (१७२८-१७९९), कैवेण्डिश (१७३१-१८१०), शीले (१७४२-१७८६), जोसेफ प्रीस्टले (१७३३-१८०४) और लवाशिये (१७४३-१७९४)के कार्य महत्वपूर्ण हैं।

व्लैकने मैग्नेशियम आल्वा नामक पदार्थ पर काम किया था। यह पदार्थ मैग्नेशियम कार्बोनेट है। व्लैकने इस पदार्थको गर्मकर एक गैस प्राप्त की थी जो दहन अथवा जीवनका सम्पोषण नहीं करती थी और चूनेके पानीमें अवशोषित होकर उस पानीको सफेद कर देती थी। इस गैसको उसने स्थिर वायु (fixed air) नाम दिया। उसने यह भी बताया कि इस पदार्थ पर अम्लकी क्रियासे भी यही गैस प्राप्त होती है और हम उच्छ्वासके द्वारा इसी गैसको शरीरसे बाहर निकालते हैं। व्लैक ग्लासगोमें रसायनशास्त्रका शिक्षक था और जो सिद्धान्त प्रयोग पर आधारित न होते उन्हें स्वीकार नहीं करता था।

कैवेंडिश इंग्लैण्डके एक सम्पन्न जागीरदार परिवारमें जन्मा और कुछ अगो तक सनकी समझा जाता था। उसने अपना सारा जीवन वैज्ञानिक शोध-खोजमें लगाया। उसने हाइड्रोजन गैसका पता लगाया और आसानीसे जलनेवाली होनेके कारण उसे ज्वलनशील वायु (inflammable air) नाम दिया। धातुओं पर अम्लकी क्रियासे यह गैस उत्पन्न होती है। प्रीस्टले द्वारा आक्सीजनकी खोजके बाद कैवेंडिशने इस ज्वलनशील गैसको आक्सीजनके साथ एकत्र कर इसे विद्युत-चिनगारी (electric spark) से संयुक्त (संयोजित) किया तो उसे पानी प्राप्त हुआ। इसपरसे उसने यह सिद्ध किया कि पानी मूल तत्त्व नहीं, बल्कि आक्सीजन और हाइड्रोजनका एक यौगिक है। इसके बाद उसने आक्सीजन और नाइट्रोजनके मिश्रणको विद्युत-चिनगारीसे संयुक्त किया और इस क्रियासे प्राप्त नाइट्रिक आक्साइडको कास्टिक पोटैशके विलयन में अवशोषित किया तो पाया कि आरम्भिक आयतनका १/१२०वाँ भाग गैसके ही रूपमें रह गया। वह आक्सीजन, नाइट्रोजन या नाइट्रिक आक्साइड नहीं थी। कैवेंडिश इसका कारण समझा न सका। लगभग एक शताब्दी बाद विलियम रैम्सेने इस समस्याको सुलझाया और बताया कि गैसका यह बुलबुला नाइट्रोजनमें पाई जानेवाली आर्गन आदि निष्क्रिय गैसोंके कारण था। इस उदाहरणसे कैवेंडिशके उच्चकोटिके प्रयोगोंका पता चलता है।



जोसेफ व्लैक (१७२८-१७९९)



कैवेंडिश (१७३१-१८१०)

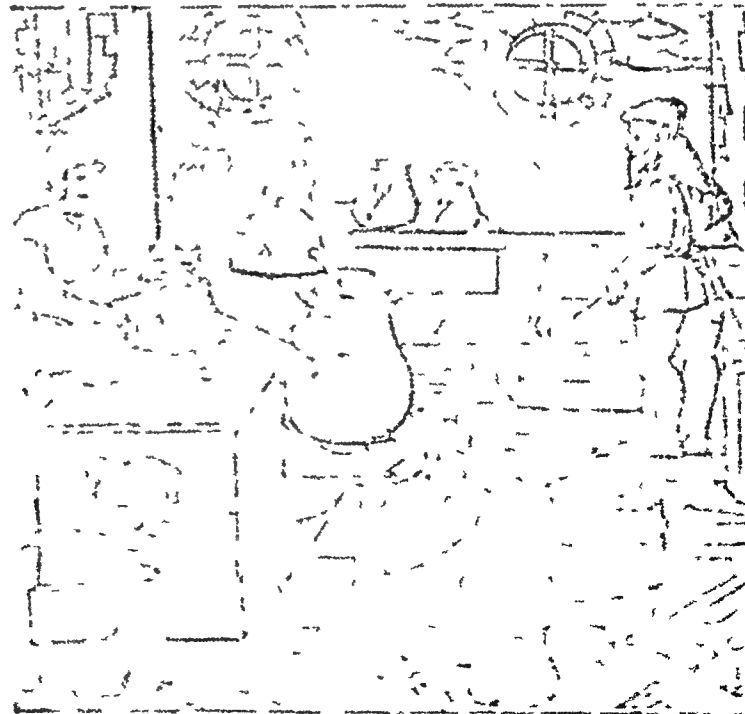
गीलेने अपने छोटे-से जीवनमें काफी अच्छे काम किये। उसने आक्सीजन और क्लोरिन गैसोंका पता लगाया। टगस्टन और मालिब्डेनमके यौगिकोंका उसने अध्ययन किया। मालिब्डेनमकी कच्ची (मूल) धातु जो आजकल मालिब्डेनाइट कहलाती है उसे उस जमानेके लोग ग्रेफाइटके



कीमियागरकी प्रयोगशाला

चित्रकार डेविड टेनियर [१६१०-१६९०]

सत्रहवीं सदीकी कीमियागरी



गन्धर्वज्ञानवदन (१६वीं सदी)



जोसेफ प्रीस्टलेके प्रयोग-सम्बन्धी टिप्पणोसे आच्छादित नगरके मार्ग

वैज्ञानिककी कद्र !

फ्रांसकी राज्यक्रान्तिसे कुछ लोग प्रसन्न हुए तो कुछेके दिल दहल गए। आक्सीजनका पता लगानेवाले जोसेफ प्रीस्टलेने मुक्ति, समानता और भाईचारेका स्वागत कर फ्रांसकी क्रान्तिकी प्रगसा की तो हमेशा स्वतन्त्रताके गीत गानेवाले एडमंड बर्क-जैसोने उसका विरोध भी किया। परिणाम यह हुआ कि उत्तेजित लोगोकी भीड़ने प्रीस्टलेके मकान (फेअरहेल, बर्मिंघम)को लूटा, फर्नीचर जला दिया और बीसियों वरसके कठिन परिश्रमसे तैयार किये हुए उसके प्रयोग-सम्बन्धी टिप्पणो और लेखोको फाड़कर सड़को पर फेंक दिया। सड़को पर डेढ़-दो मील तक बिखरी हुई जीवन-साधनाकी इस पूँजीको लोगोके पाँवो तले कुचले जाते देख उस वैज्ञानिकके हृदयको ऐसी करारी चोट लगी जो मृत्युपर्यन्त कसकती रही। इंग्लैण्डमे जीना दूभर हो गया तो १७९४मे वह अमरीका जा बसा। इन्ही दिनो फ्रांसमे लवागियेकी गर्दन नापी गई।

नामसे जानते थे। शीलेने इन दोनोंका अन्तर स्पष्ट करते हुए यह बताया कि ग्रेफाइट कार्बनका एक रूप है। उसने हाइड्रोजन सल्फाइड, आर्सेनाइन और ताँबेके क्षार—कापर आर्सेनाइट जो अपने हरे रंगके कारण 'शीलेज ग्रीन' नामसे पुकारा जाता है—इन तीनोंका अध्ययन किया था। प्रशियन ब्लू रंगकी शोध-खोजके दौरान उसने अत्यन्त जहरीला हाइड्रोसायनिक अम्ल बनाया था। कार्बनिक रसायनके क्षेत्रमें उसने ग्लिसरीन यूरिकाम्ल (मूत्राम्ल), लैक्टिक टार्टरिक, साइट्रिक, मेलिक और आक्सेलिक अम्ल बनाये थे और उनके कैल्शियम क्षार तैयार कर परिष्करण (निर्मलीकरण)के तरीकेकी खोज की थी। इतना उच्च-कोटिका वैज्ञानिक होते हुए भी वह फ्लोजिस्टन सिद्धान्तका कट्टर समर्थक था और अपने प्रयोगोंके परिणामोंको फ्लोजिस्टन सिद्धान्तके द्वारा समझानेकी कोशिश किया करता था।



कार्ल शीले (१७४२-१७८६)

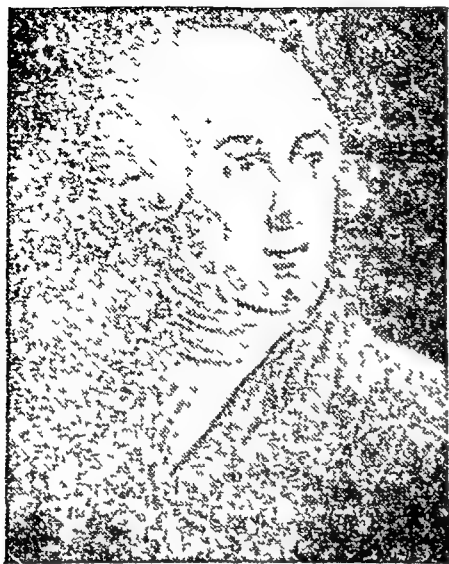
प्रीस्टलेकी ख्याति आक्सीजनका पता लगानेके कारण है। इस गैसको उसने पारे और आक्सीजनके एक यौगिक मरक्युरिक आक्साइडको, गर्म करके प्राप्त किया था। इस गैसके गुणोंके सम्बन्धमें उसने यह खोज की कि वह दहन और जीवनका सपोषण करती है। प्रीस्टलेने गैसोंको पारे पर इकट्ठा करनेका ढंग खोजा था। इससे पहले गैसोंको पानी पर इकट्ठा किया जाता था, जिससे पानीमें घुलनेवाली गैसें प्राप्त नहीं की जा सकती थी। प्रीस्टले अपनी नई विधिसे पानीमें घुलनेवाली सल्फर डाइ-आक्साइड, हाइड्रोजन क्लोराइड और ऐमोनिया गैसोंको प्राप्त करनेमें सफल हुआ। ऐमोनिया गैसको विद्युत-चिनगारीसे संयुक्त करने पर हाइड्रोजन गैस मिलती है और जिस बरतनमें मोमबत्ती जलाई जाए उसमें जीवन सम्भव नहीं होता, लेकिन यदि उस बरतनमें वनस्पतिको उगाया जाए तो जीवन सम्भव हो जाता है—यह सब उसने प्रयोगोंके द्वारा प्रमाणित किया था। प्रीस्टले भी अन्त तक फ्लोजिस्टनवादका दामन थामे रहा और आक्सीजनको उसने 'डिफ्लोजिस्टेनेटेड एअर' अर्थात् फ्लोजिस्टन-रहित हवा और नाइट्रोजनको 'फ्लोजिस्टेनेटेड एअर' अर्थात् फ्लोजिस्टन-सहित हवा नाम दिये थे।



जोसेफ प्रीस्टले (१७३३-१८०४)

लवाशिये (१७४३-१७९४) १८वीं सदीका एक महान वैज्ञानिक था। उसके समयमें और उसके प्रयोगोंसे रसायनके क्षेत्रमें द्रुत विकास होने लगा। लवाशियेने भौतिकीविदोंकी कार्य-पद्धति और विचार प्रणालीको रसायनके क्षेत्रमें अपनाया। उसने दहन-सम्बन्धी अनेक प्रयोग किये और फ्लोजिस्टनवादको सदाके लिए तिलाजलि दे दी। उसने बताया कि दहन हवामें पाई जानेवाली

आक्सीजन और जलनेवाले पदार्थोंके बीच होनेवाली रासायनिक क्रिया है। फ्लोजिस्टन-जैसी किमी वस्तुका अस्तित्व ही नहीं है। कार्बनिक पदार्थोंके जलनेसे कार्बन डाइआक्साइड गैस और पानी बनता है, यह भी लवागियेने ही बताया था। ग्राव, कपूर आदि अनेक पदार्थोंका विस्लेषण कर किसमें कितना अग कार्बन, कितना अग हाइड्रोजन और कितना अग आक्सीजन है, यह भी उसने निश्चित किया था। रावर्ट वॉयलकी मूलतत्त्व-सम्बन्धी परिभाषाको आधार बनाकर उसने ३३ मूलतत्त्वोंकी सूची तैयार की थी। लवागियेकी इस सूचीको गत-प्रतिगत सही नहीं कहा जा सकता, क्योंकि उसने प्रकाश और गर्मीको भी मूलतत्त्व मानकर इस सूचीमें शामिल कर लिया था। १७८९में उसकी प्रसिद्ध पुस्तक 'ट्रेड द शीमी' प्रकाशित हुई, जिसमें उसने अपने रसायन-सम्बन्धी विचारोंको मकलित किया था। इस पुस्तकने रसायनके क्षेत्रमें क्रान्ति मचा दी थी। रासायनिक पदार्थोंका विस्लेषण और रासायनिक



लवागिये (१७४३-१७९४)

संयोजन उसके कार्योंके द्वारा अपने पाँवों पर खड़े हो सके। लवागियेके समयमें कितनी भ्रान्त धारणाएँ प्रचलित थी, उसका एक उदाहरण देखा जाए। उस समय यह माना जाता था कि पानीको गर्म करनेसे वह मिट्टी बन जाता है। लवागियेने १०० दिन तक पानीको एक बन्द बरतनमें गर्म करके इस मान्यताको गलत साबित किया था। रसायनके क्षेत्रमें क्रान्ति करने वाला लवागिये फ्रांसकी राज्यक्रान्तिकी वलि चढ़ा दिया गया। लोगोंमें कर वसूल करनेवाली एक संस्था 'फैर्म द जनराल'का वह सदस्य था, और इस अपराधके कारण उसे प्राणदण्ड दिया गया।

हाफमैन, विरहोव (१६६८-१७३८) और मारग्राफ (१७०९-१७८२) १८वीं शताब्दीके कुछ और रसायनज्ञ थे। हाफमैनने खनिज जल (mineral water) का विस्लेषण किया था और सल्फेट एव नाइट्रेटका अन्तर बताया था।

विरहोव लीडन विश्वविद्यालयमें रसायन और चिकित्साशास्त्रका अध्यापक था और उसने 'एलीमेण्टा केमिया' (Elementa Chemiae) नामक पुस्तक प्रकाशित की थी, जिसमें उसके समयकी रसायन सम्बन्धी जानकारी सकलित की हुई है। मारग्राफने कई महत्त्वपूर्ण खोजें की थीं। उदाहरणके लिए मैग्नेशिया और एल्युमीनाका अन्तर उसने बताया और यह भी दिखलाया कि जिप्सम (चिरोडी) बेराइट्स और पोटेशियम सल्फेट सल्फ्यूरिक अम्लके क्षार हैं।

१९वीं शताब्दीमें रसायनके क्षेत्रमें तेजीसे प्रगति हुई और अनेक नये विचारों, सिद्धान्तों, कार्य-प्रणालियों (तकनीकों) और उद्योगोंका आविष्कार हुआ। इनमें डाल्टनकी एटमिक थियरी (परमाणुवाद), मेण्डेलीफकी पीरियोडिक टेबल (आवर्त सारणी) और केकुलेके कार्बनिक पदार्थोंकी रचनामें सम्बन्धित विचार काफी महत्त्वपूर्ण हैं।

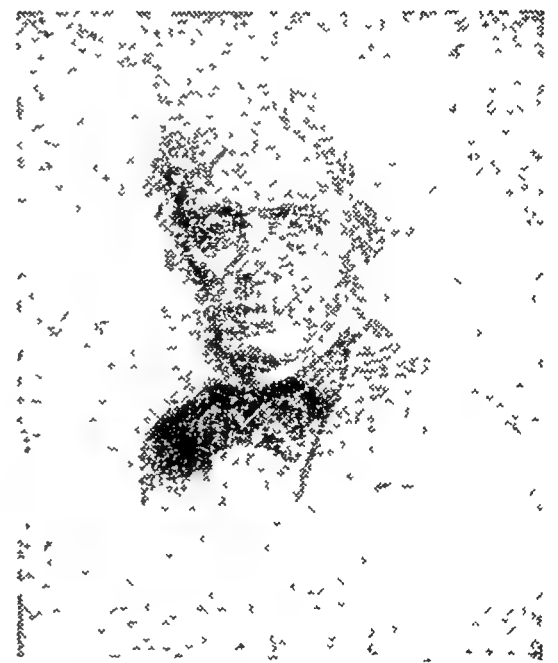
१९वीं गताब्दीके आरम्भकालमें हम्फ्री डेवीने रसायनके क्षेत्रमें कई ठोस कार्य किये। सम्भव



सर हम्फ्री डेवी (१७७८-१८२५)

परिवारमें उसका जन्म हुआ था। वह प्रतिभा सम्पन्न युवक था और थोड़ी उम्रमें भी उसने कई अनुसन्धानात्मक कार्य किये। खानोंके अन्दर काममें लाया जानेवाला निरापद दीप (safety lamp) उसीकी सूझ है, इसके लिए आज भी खनिक उसके नामको कृतज्ञतासे स्मरण करते हैं। रसायनके क्षेत्रमें भी उसके कार्य इतने ही महत्त्वपूर्ण थे। १८०० ईसवीमें वोल्टाने वोल्टीय सेलका निर्माण कर विद्युतको संचारित किया था। डेवीके उर्वर मस्तिष्कने इस खोजके महत्त्वको समझा और विद्युत एवं रसायनोके पारस्परिक संबंधोंका पता लगानेके लिए उसने अनेक रसायनोंमें विद्युतको पारित किया। काम्स्टिक सोडा और पोटासको गर्मकर उसने द्रव बनाया और उस द्रवमें विद्युत् पारित करके पोटेशियम और सोडियम धातुएँ प्राप्त कीं। उसके बाद उसने स्ट्रान्शियम, मेग्नेशियम और

वोरोनको अपने-अपने धारोंमेंसे पृथक् किया। आक्सिम्यूरियाटिक अम्लके नामसे परिचित एक गैसके बारेमें डेवीने यह पता लगाया कि वह एक मूलतत्त्व है और उसने उसका नाम क्लोरिन रखा। आयोडिनके गुणोंकी जाँच-पड़ताल भी उसने की थी। डेवीने फेराडेको अपना सहायक नियुक्त किया था। फेराडे बहुत गरीब था और बचपनमें एक जिल्दसाजके यहाँ नौकरी करता था। लगनशील फेराडेको एक बार डेवीके शाषण सुननेका अवसर मिला तो उसने भाषणोंको लिख लिया और उनकी जिल्द बनाकर डेवीको इस अनुनयके साथ भेजा कि वह उसे अपनी प्रयोगशालामें नौकर रखनेकी कृपा करे। डेवीने उसे अपने सहायकके रूपमें नौकर रख लिया। इस तरह फेराडेको अपने उज्ज्वल कार्योंको आरम्भ करनेका मनचाहा अवसर मिला।



माइकेल फेराडे (१७९१-१८६७)

१८५०में डाल्टनने अपनी 'एटमिक थियरी'

अर्थात् परमाणुवादको प्रतिपादित किया और रसायनके क्षेत्रमें काफी तेजीसे प्रगति होने लगी। डाल्टनका जन्म एक साधारण परिवारमें हुआ था, गाँवकी पाठशालामें पढाई पूरी कर उमें छोटी उम्रमें ही शिक्षक बन जाना पड़ा था। वह जीवनभर शिक्षक बना रहा। विज्ञानके कई क्षेत्रोंमें उसने कार्य किया। वर्णान्धता (colour blindness), वायु-विज्ञान, भौतिकी और

रसायनके क्षेत्रमे उसने जो कार्य किये वे अत्यन्त प्रसिद्ध और महत्वपूर्ण हैं। लेकिन उसकी ख्याति तो मुख्य रूपसे उसकी 'एटमिक थियरी'के कारण है। परमाणुका विचार बहुत पुरातन है।



जान डाल्टन (१७६८-१८४४)

डिमोक्रिटसने (ई० पू० ४६०-३७०) यह मत प्रतिपादित किया था कि किसी भी वस्तुका छोटा-से-छोटा अदृश्य कण, जो और विभाजित नहीं किया जा सके, एटम ($a = \text{not}$, $\text{tom} = \text{to divide}$) है। डाल्टनके परमाणुवादके अनुसार 'एटम' वन, आकार ओर भारवाले कण हैं। एक मूलतत्त्वके परमाणु एक ही प्रकारके (गुणोवाले) ओर एक ही भारके होते हैं, लेकिन भिन्न-भिन्न मूलतत्त्वोके परमाणु भिन्न-भिन्न भारवाले होते हैं और वे निश्चित मात्रामे हमरे परमाणुओमे संयोजित होते हैं। एक मूलतत्त्वके परमाणु यदि दूसरे मूलतत्त्वके परमाणुओसे भिन्न-भिन्न अनुपातमे संयोजित होकर भिन्न-भिन्न यौगिकोकी रचना करे तो प्रत्येक यौगिकमे संयोजित अन्य पदार्थके परमाणु १ २ ३ ४मे दिखाये जा सकनेकी तरह निश्चित अनुपातमे

होते हैं। मतलब यह कि दो या अधिक मूलतत्त्वोके परमाणु सरल गुणित अनुपातमे संयोजित होते हैं, और इस तरहके यौगिकोके परमाणु संयुक्त या मिश्रित परमाणु कहलाते हैं। किसी यौगिकके सब संयुक्त परमाणु समान होते हैं। परमाणुओको न नष्ट किया जा सकता है, न उत्पन्न। डाल्टनने विभिन्न मूलतत्त्वोके जो परमाणुभार निकाले थे, वे कालान्तरमे और अधिक प्रयोगोके उपरान्त गलत साबित हुए और उसके 'परमाणुवाद'मे भी आगे चलकर बहुत परिवर्तन हो गए। परन्तु उसके इस सिद्धान्तने रासायनिक क्रियाओ और रासायनिक विश्लेषणोको अधिक अच्छे ढंगसे समझनेका मार्ग प्रशस्त किया।

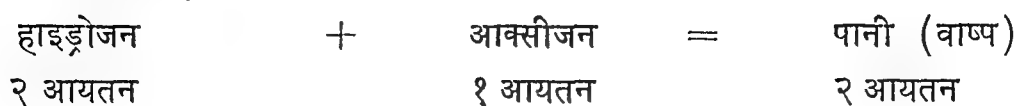
उन्ही दिनों एक और उल्लेखनीय वैज्ञानिक गैसों पर शोध-खोज कर रहा था। उसका नाम गे-लुसाक है। उसके अनुसन्धानोंसे डाल्टनके परमाणुवादको और भी बल मिला। गे-लुसाकने संयोजित-होनेवाली गैसोंके आयतनके



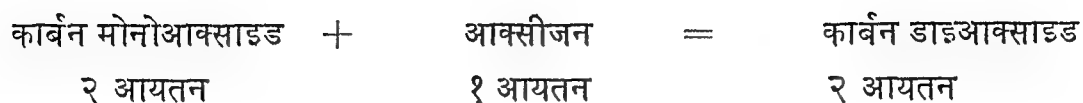
गे-लुसाक (१७७८-१८५०)

नियम (Law of Combining Volume of Gases)की खोज की थी। अपने परीक्षणोंके दौरान गे-लुसाकने पाया कि जब हाइड्रोजन और आक्सीजनका संयोग होता है तो दो आयतन हाइड्रोजन और एक आयतन आक्सीजनके अनुपातमे संयोजन होकर दो आयतन भाप बनती है।

इसे यो भी कह सकते हैं कि दो आयतन हाइड्रोजन और एक आयतन आक्सीजन के संयोग से दो आयतन भाप बनती है।

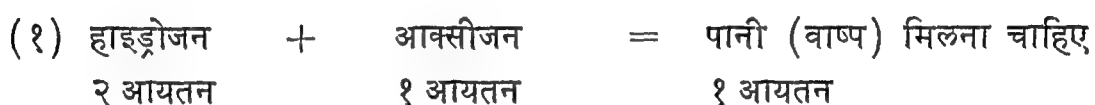


इसी प्रकार



इस प्रकार के और भी कुछ परीक्षण उसने किये थे। इन सब प्रयोगों के द्वारा गे-लुसाक इस निर्णय पर पहुँचा कि जब गैसों में रासायनिक क्रिया होती है तो उस क्रिया के दौरान संयुक्त (संयोजित) होनेवाली या क्रिया के परिणामस्वरूप उत्पन्न होनेवाली गैसों के आयतन का पारस्परिक अनुपात सादी संख्या (१, १, १, २, १, ३, २, ३ आदि) के द्वारा दर्शाया जा सकता है।

गे-लुसाक के नियम के अनुसार समान आयतन वाली गैसों में एक ही ताप और दाब होने पर समान अनुपात में संयोजित होनेवाले कण रहते हैं। इस नियम के अनुसार नीचे बताये गए अनुपात में यौगिक मिलना चाहिए, लेकिन मिल नहीं पाता—

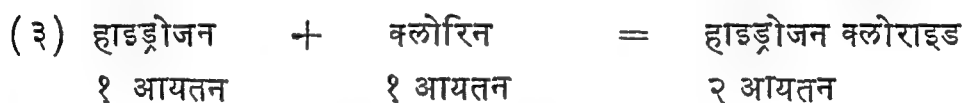


लेकिन प्रयोग में २ आयतन वाष्प मिलती है।

इसी प्रकार



लेकिन प्रयोग में २ आयतन ऐमोनिया मिलती है और हाइड्रोजन क्लोराइड गैस की बनावट में



मिलती है। तो क्या हाइड्रोजन और क्लोरिन के आधे-आधे परमाणु संयोजित होकर १ परमाणु हाइड्रोजन क्लोराइड बनाते हैं? और क्या परमाणु विभाज्य हैं? इस समस्या का समाधान एवोगैड्रो ने १८११ ई० में किया।

एवोगैड्रो की परिकल्पना के अनुसार पदार्थ का सबसे छोटा कण तो परमाणु ही है। लेकिन वह स्वतन्त्र रूप से रह नहीं सकता, दो या दो से अधिक परमाणुओं के वृन्द (समूह) के रूप में रहता है। ऐसे वृन्द को अणु (Molecule) कहते हैं। हाइड्रोजन, आक्सीजन और क्लोरिन के अणु दो-दो परमाणुओं के बने होते हैं। रासायनिक संयोग के समय उस अणु के परमाणु पृथक् होकर रासायनिक क्रियामें भाग लेते हैं। इस परिकल्पना के आधार पर रासायनिक प्रयोगों के परिणामों को

(रासायनिक संयोगोको) आसानीसे समझाया जा सकता है। लेकिन एवोगैड्रोके इस सिद्धान्तकी ओर उसके समकालीन वैज्ञानिकोंने कोई ध्यान नहीं दिया। यहाँ तक कि डाटनने भी उसकी उपेक्षा की जबकि एवोगैड्रोकी परिकल्पनाने उसके परमाणु सिद्धान्तकी जड़की ओर भी मजबूत ही किया था। ठेठ १८६० ई०में स्टेनिसलाव केनिजरोने इस ओर वैज्ञानिकोंका ध्यान आकर्षित किया, तब तक रसायनज्ञ अंधेरेमें ही भटकते रहे। आज तो एवोगैड्रोकी परिकल्पना सर्वमान्य सिद्धान्त बन चुकी है।

वर्जीलियस वचपनमें ही माता-पिताके मर जानेसे अनाथ हो गया था। भग-मम्बन्धियोंकी कृपासे वह किसी तरह अपनी शिक्षा पूरी कर सका। लेकिन शिक्षा समाप्त होनेके पहले ही शिक्षकोंसे उसका विगाड हो गया और वह बड़ी कठिनाईसे परीक्षामें उत्तीर्ण हुआ। जीवनके उपाकालके इन कटु अनुभवोंने उसके स्वभाव पर गहरा प्रभाव डाला। पाठशालाके विद्यार्थी जीवनमें ही वह



वर्जीलियसका एक पत्र

रासायनिक प्रयोगोंमें तल्लीन रहा करता था। शिक्षाकी समाप्तिके बाद वह स्टाकहोमके मेडिकल कालेजमें नौकर हो गया और अन्तमें वही प्राध्यापक भी बना। डाटन और रीक्टर (Richter) के कार्योंसे वह बहुत प्रभावित हुआ था, लेकिन जानता था कि जबतक विश्लेषण की पद्धतियाँ ठीक ढंगसे निर्धारित नहीं की जाती, इन सिद्धान्तोंको व्यापक समर्थन नहीं मिल सकता। स्वयं उसने इस दिशामें बहुत काम किया और लगभग १० वर्षोंकी अवधिमें ४३ मूलतत्त्वोंके सब मिलाकर दो हजार यौगिक बनाए और उन्हें शुद्ध करके, उनका विश्लेषण करके उनके संयोजित होनेके अनुपात निश्चित किये। इन प्रयोगोंके आधार पर उसने यह अनुमान प्रतिपादित किया कि समान द्रव्य तथा ताप पर समान आयतनकी विभिन्न गैसोंमें परमाणुओंकी संख्या एक ही होती है।

१ उस समय तक तत्त्वों और यौगिकों, दोनों हीके सबसे छोटे कणके लिए 'परमाणु' शब्दका ही प्रयोग किया जाता था। 'अणुओं'के बारेमें लोग जानते नहीं थे।

उसके द्वारा निकाले हुए कुछ परमाणुभार पूरी एक शताब्दीके बाद भी विघेषज्ञों द्वारा निकाले हुए परमाणुभारोंसे हूबहू मिलते हैं। अशुद्ध रसायनों, धरेलू साधनों और रसोईघर जैसी छोटी-सी प्रयोगशालाके सहारे उसने इतना सब काम किया और अपने प्रयोगों तथा अनुसन्धानोंके परिणामोंको तात्कालिक पत्र-पत्रिकाओंमें प्रकाशित करता रहा। रसायनशास्त्रकी एक पाठ्य-पुस्तक भी उसने प्रकाशित की थी, जिसके कई संस्करण हुए और यूरोपकी कई भाषाओंमें उसके अनुवाद भी। १९वीं शताब्दीके रसायन पर उसकी गहरी छाप है।

१९वीं शताब्दीके आरम्भमें कार्बनिक पदार्थोंके रसायनका विकास नहीं हुआ था। कार्बनिक पदार्थोंका प्राणजन्य और वानस्पतिक ऐसे दो भागोंमें विभाजन किया जाता था।



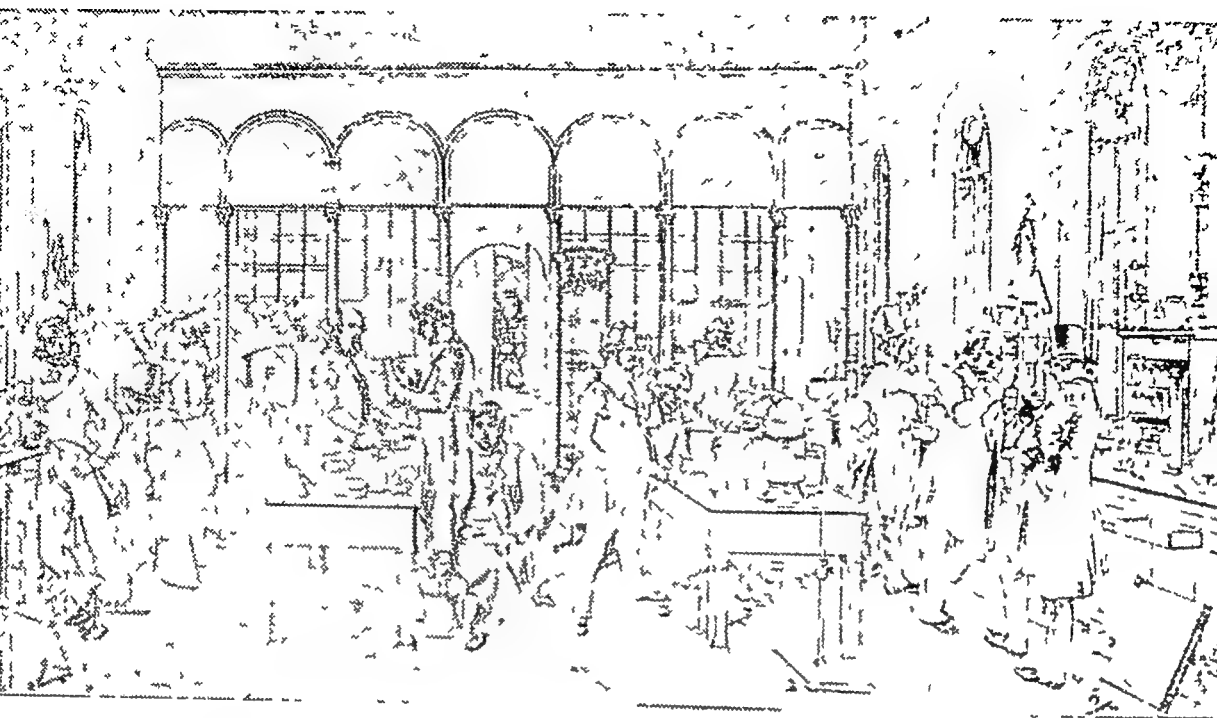
बहुतसे कार्बनिक पदार्थ जाने-पहचाने थे। शराब, सिरका, कपूर, नील, चीनी, गोद, रक्त, मूत्र इत्यादिके वर्णन, विघेषणसे चिकित्साशास्त्रकी दृष्टिमें, डक्की-डुक्की पुस्तकोंमें देखनेको मिल जाया करते थे। कार्बन और हाइड्रोजन-के अतिरिक्त कुछ कार्बनिक पदार्थोंमें आक्सीजन, नाइट्रोजन और गन्धक जैसे अन्यान्य मूलतत्त्व भी होते हैं, यह जानकारी लोगोंको थी। लेकिन इन पदार्थोंको प्रयोगशालामें बनाया नहीं जा सकता, क्योंकि कार्बनिक पदार्थोंको बनानेके लिए एक महत्वपूर्ण जैवशक्ति (Vital force) आवश्यक होती है, ऐसी मान्यता प्रचलित थी। १८२८में वोहलरने ऐमोनियम माइनेट नामक अकार्बनिक पदार्थको गर्म करके

फ्रेडरिक वोहलर (१८००-१८८२) मूत्रमें प्राप्त होनेवाला कार्बनिक पदार्थ यूरिया बनाया। इस प्रयोगमें जैवशक्तिवाले सिद्धान्तको जबरदस्त धक्का पहुँचा।

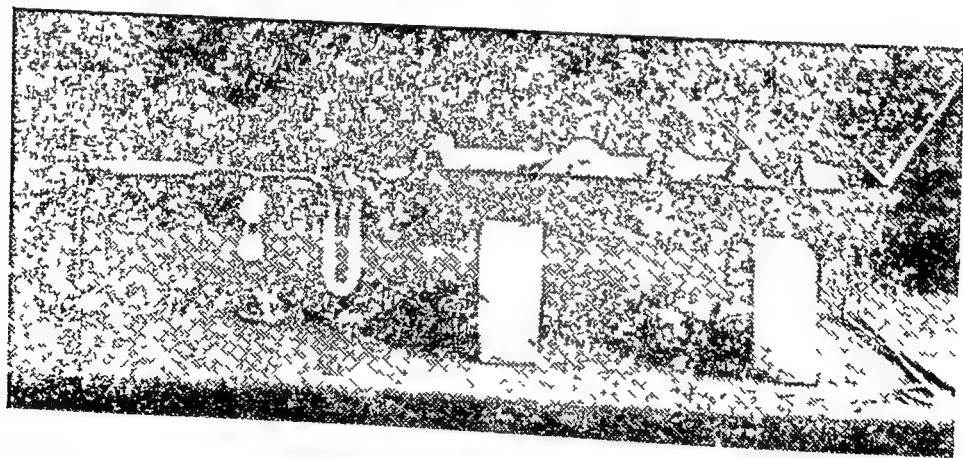
वोहलर (१८००-१८८२), लिविंग (१८०३-१८७३) और ड्यूमा (१८००-१८८४) उस समयके कार्बनिक रसायनके धुरन्धर विद्वान थे। वोहलरने विश्लेषणके क्षेत्रमें वर्जिलियसमें शिक्षा पाई थी। माइनेट और यूरिक अम्ल पर उसने बहुत-सा काम किया था। अकार्बनिक रसायनके क्षेत्रमें उसने १८२७में ऐत्युमीनियमकी खोज की थी। शिक्षकके रूपमें उसकी बहुत अच्छी म्याति थी और देश-विदेशके विद्यार्थी उसमें शिक्षा प्राप्त करनेके लिए आते थे।

लिविंग भी उच्चकोटिका शिक्षक था और उसकी प्रयोगशालाका पाठ्यक्रम आदर्श माना जाता था। वह अपने विद्यार्थियोंको तरह-तरहके विश्लेषण—जैसे कि गुणदर्शी और परिमाणमापी विश्लेषण सिखाना और कार्बनिक पदार्थ बनानेकी निहा भी देता था। पहले उसने गूढ़ कार्बनिक रसायनके क्षेत्रमें काम किया था, परन्तु बादमें गैसपदार्थों, जटिल वानलिविंग (१८०३-१८७३, मैनी-ग्रेटी और नैर-क्रिया-विज्ञान (Physiology)में उसकी अभिरुचि हो गई थी। कार्बनिक

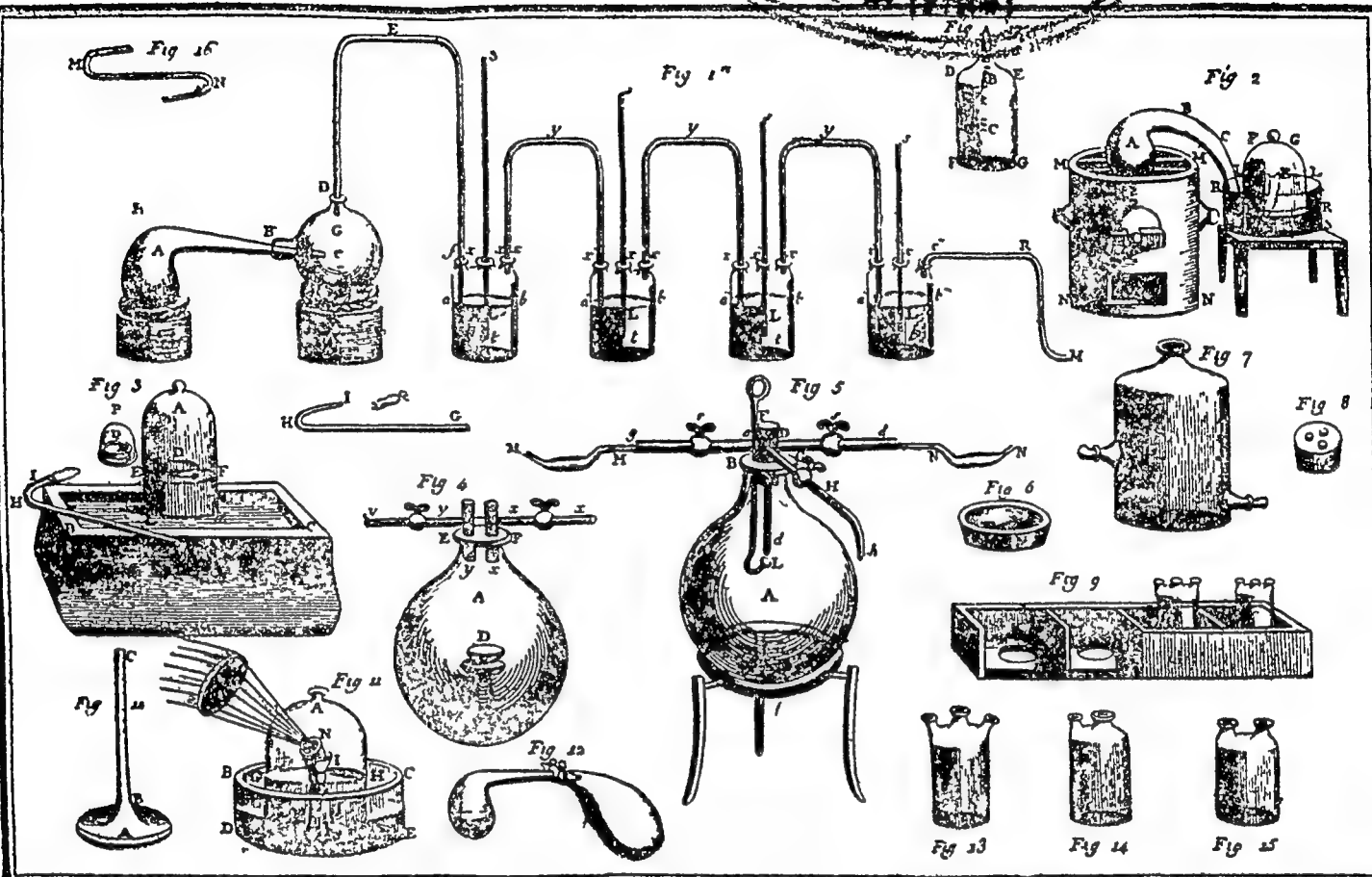
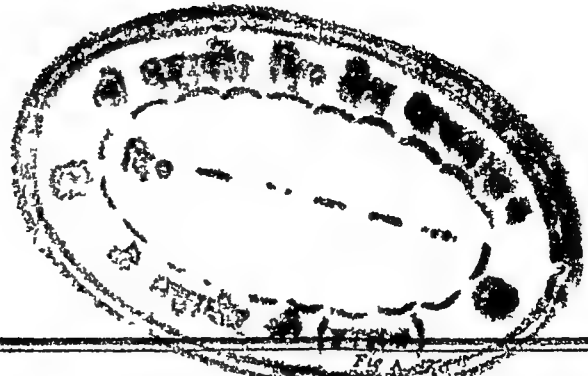




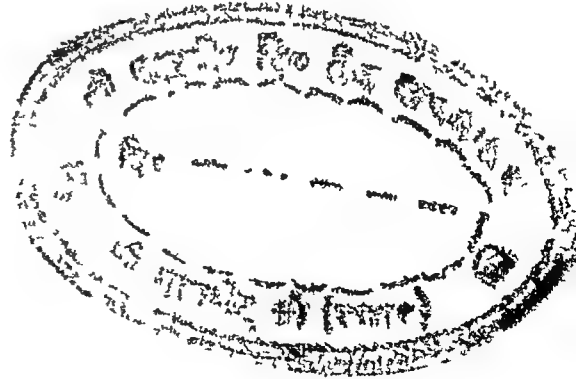
लिविंग्की सुप्रसिद्ध प्रयोगशाला ई० स० १८४२
 प्रयोगशालामे उसके शिष्य क्लेर, डा० विल, डा० वारेनट्रेप, शेयर और हॉफमैन आदि काम करते दिखाई देते हैं।



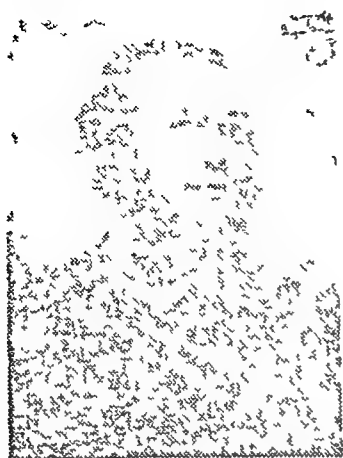
कार्बनिक पदार्थोंका विश्लेषण करनेके लिए लिविंग द्वारा प्रयुक्त उपकरण



लवाशियेके प्रयोग सबधी उपकरण



पदार्थोंके विश्लेषणमें जो पद्धति आज काममें लार्ड जा रही है, उसकी खोज लिविंगने ही की थी। स्वभावका वह अत्यन्त उग्र था और अक्सर वाद-विवादमें उलझ जाया करता था।



ड्युमाकी रचि वचनमें ही विज्ञानकी ओर श्री और छोटी उम्रसे ही उसने गरीरके क्रिया-कलापोंके क्षेत्रमें प्रयोग आरम्भ कर दिये थे। गाइटर (कठमाल) रोगमें आयोडिनकी उपयोगिता, गरीरके स्त्रावोंका विश्लेषण, लाल रुधिर कणिकाओंका कार्य, डिजिटैलिमका गरीर पर प्रभाव इत्यादि प्रश्नों पर उसने काफी काम किया था। २३ वर्षकी उम्रमें वह पेरिममें शिक्षक नियुक्त हुआ। कार्बनिक पदार्थोंमें नाइट्रोजनका अनुपात निश्चित करनेकी जो पद्धति आज प्रचलित है, उसकी खोजका श्रेय ड्युमाको ही है। वाष्पघनता मालूम करनेकी रीति उसने खोजी थी और कार्बनिक पदार्थोंमें प्रतिस्थापनका अध्ययन उसने

जे० बी० ए० ड्युमा (१८००-१८२४) किया था।

१९वीं सदीके पूर्वार्द्धमें मूलतत्त्वके परमाणुओंके भारके बारेमें वैज्ञानिक आपसमें एकमत नहीं थे। कुछ मूलतत्त्वोंके तुल्याक भारों (equivalent weights)की जानकारी अवश्य थी, परन्तु सामान्यतः रसायनज्ञ एवोगैड्रोके सिद्धान्तकी ओरसे उदासीन ही रहे। द्रव्यके अणुभार निश्चित न होनेके कारण उनके अणुसूत्र (molecular formula) भी निश्चित नहीं हो पाए थे। एक ही पदार्थका भिन्न-भिन्न ढंगसे वर्णन किया जाता था। वर्जीलियसकी ड्युअलिस्टिक थियरी और ड्युमाकी टाइप थियरी प्रचलित थी, लेकिन दोनोंसे ही अणुसंरचना पर कोई प्रकाश नहीं पड़ता था। १८५३में वोहलरने वर्जीलियसको लिखा था कि “कार्बनिक रसायन प्राचीन-कालके किसी घने जगलकी तरह था, अनोखी चीजोंसे भरा पूरा, डरावनी और सीमातीत झाड़ी, जिसमेंसे निकलनेका कोई मार्ग नहीं था और जिसमें घुसते भी डर लगता था।” १८५८-५९ में दो युवक रसायनज्ञोंने स्वतन्त्र ढंगसे कार्बनके परमाणुओंको जोड़नेकी मार्गदर्शक पद्धतिका आविष्कार कर इस जगलमेंसे बाहर निकलनेका रास्ता दिखाया। ये दोनों रसायनज्ञ थे केकुले (१८२९-१८९६) और टामस कूपर (१७५९-१८४१)।

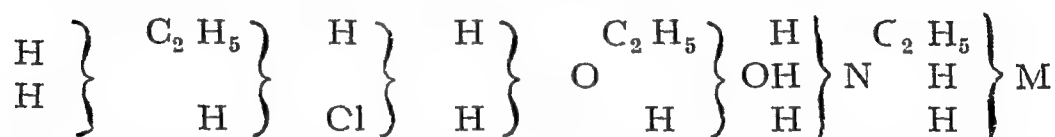
केकुले लिविंगका शिष्य था और लिविंगके भाषणों एवं रसायनके विषयमें उसे मोहित कर लिया था। मूलरूपसे तो वह स्थापत्यकला (architecture) का विद्यार्थी था, परन्तु मकानोंकी रचनाकी अपेक्षा कार्बनिक अणुओंकी संरचनामें उसकी रचि बढ़ती गई और वह कार्बनिक रसायनके क्षेत्रमें काम करनेके लिए चला आया।

कार्बनिक पदार्थोंकी रचनाके सम्बन्धमें उन दिनों तरह-तरहके विचार प्रचलित थे। लवागियेने अकार्बनिक अम्लोंके अपने सिद्धान्तको कार्बनिक अम्लों पर घटित करनेका असफल प्रयत्न किया था। उसकी ऐसी मान्यता थी कि कार्बनिक अम्ल संयुक्त मूलक (combined radicals)में आक्साइड होते हैं। वर्जीलियसने अपनी ‘ड्युअलिस्टिक थियरी’ प्रतिपादित की थी। उसके अनुसार जलरहित अम्लका सूत्र, उसके क्षारके सूत्रोंमेंसे वेस (भस्म या समाक्षार)का भाग

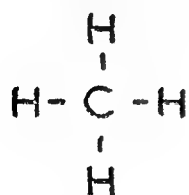
निकालकर लिखा जा सकता है। उदाहरणके लिए कैल्शियम सल्फेट Ca SO_4 में SO_3 अम्ल है। इसी प्रकार कैल्शियम एसेटेट $\text{C}_4\text{H}_6\text{O}_4 \text{ Ca}$ में से CaO निकाल देनेसे अम्लका भाग $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}_4$ होना चाहिए, लेकिन एसेटिक अम्लका अणुसूत्र $\text{C}_4\text{H}_6\text{O}_4$ ज्ञात हुआ। कुछ लोग इस सूत्रकी गणना $\text{C}=6, \text{O}=8$ के आधार पर तो कुछ लोग $\text{C}=6, \text{O}=16$ के आधार पर करते थे। ड्यूमाने अपनी 'इथरीन थियरी' प्रचारित की थी। उसने यह अनुमान प्रतिपादित किया कि मद्य (एल्कोहल) से सकलित सभी पदार्थ इथाइलिन (C_2H_4) से बने होते हैं। उसके बाद लिविंगने अपनी 'एसेटाइल थियरी' प्रकाशित की। इन सभी विचारोंका 'रेडिकल थियरी' के अन्तर्गत वर्णन किया जाता है।

ड्यूमाने ही सबसे पहले कार्बनिक पदार्थों पर क्लोरिन और ब्रोमिनकी प्रतिस्थापन अभिक्रियाएँ (Substitution reactions) की थी, और एक या दो हाइड्रोजनको क्लोरिन अथवा ब्रोमिनसे प्रतिस्थापित किया था। एसेटिक अम्लमें क्लोरिनको पारित करनेसे ट्राय क्लोरोएसेटिक अम्ल प्राप्त हुआ था, जिसके गुण एसेटिक अम्लके समान ही थे। ड्यूमाने इसके बाद अपनी 'टाइप थियरी' (प्रकार-सिद्धान्त) प्रचारित की। इस सिद्धान्तके अनुसार जिन रासायनिक पदार्थोंके गुण एक-जैसे होते हैं, यथा क्लोरोफार्म और ब्रोमोफार्म उन्हें रासायनिक प्रकार (chemical types) और बाकी सभी, जैसे कि मिथेन, फार्मिक अम्ल, क्लोरोफार्म और 'कार्बन क्लोराइड'को यांत्रिक-प्रकार (mechanical type) के अन्तर्गत ग्रथित किया गया था।

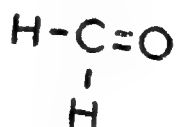
१८५२में गेरहार्डने अपनी नई 'टाइप थियरी' प्रकाशित की। इस सिद्धान्तके अनुसार यौगिकोंको नीचे बताये अनुसार विविध टाइपोमें विभक्त किया गया था



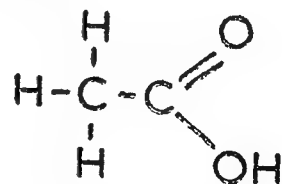
यह सिद्धान्त कार्बनिक पदार्थोंके वर्गीकरणके लिए तो ठीक था, परन्तु कार्बनिक पदार्थोंकी रचनाको समझनेके लिए उपयोगी नहीं था। लगभग इसी समय फ्रैंकलैण्ड (१८२५-१८९९) ने प्रत्येक परमाणुकी दूसरे परमाणु अथवा परमाणुओंसे संयोजित होनेकी शक्तको दिग्दर्शित करनेवाले 'वैलेन्सी' (संयोजकता) शब्दको प्रचलित किया। केकुलेने इसी संयोजकताके सिद्धान्तको आधार बनाकर अपने विचारोंको विकसित किया और बताया कि कार्बनकी संयोजकता ४ है और कार्बनके परमाणु कार्बनिक पदार्थोंमें एक दूसरेसे जुड़े रहते हैं। कूपरने भी इन्हीं दिनों ठीक इससे मिलते-जुलते विचार व्यक्त किये और कार्बनिक पदार्थोंको लेखाचित्रीय सूत्रों (graphic formula) द्वारा दिग्दर्शित करना आरम्भ किया। आज भी हम ग्राफीय सूत्रोंके ही द्वारा कार्बनिक पदार्थोंको पहचानते हैं। यहाँ कुछ उदाहरण दिये जा रहे हैं।



मिथेन



फार्मालिडहाइड

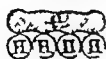


एसेटिक अम्ल

१८६५में केकुलेने अपनी एक और महत्वपूर्ण खोज प्रकाशित की। उसने प्रमाणित किया कि एरोमेटिक (बेन्जीन वर्गीय) वर्गके कार्बनिक पदार्थोंकी रचना मिथेन, इथेन, एल्कोहल,

ऐसेटिक अम्ल आदिसे भिन्न प्रकारकी है। एरोमेटिक वर्गका मूलपदार्थ वेनजीन ६ कार्बन और ६ हाइड्रोजनका बना होता है (C_6H_6)। उसमें ६ कार्बन सीधी पक्तिमें नहीं बल्कि पट्कोणके आकारमें उपस्थित होते हैं और प्रत्येक कार्बनके परमाणुओंकी ४ संयोजकता १ हाइड्रोजन, १ अन्य

Grubengas



Methylchlorid



Phosgengas



Kohlensaure



Blausäure



Aethylchlorid



Alkohol



Essigsäure



Acetamid



Ameisensäure
methy lather



Cyansäure
methy lather



Cyanmethy l



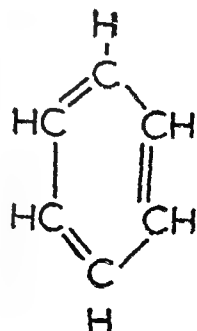
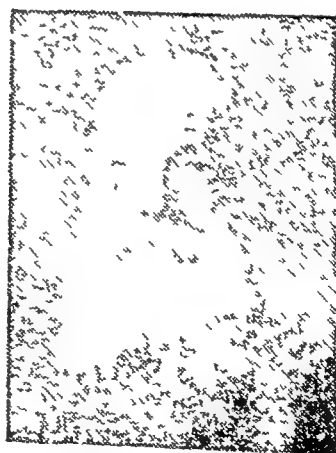
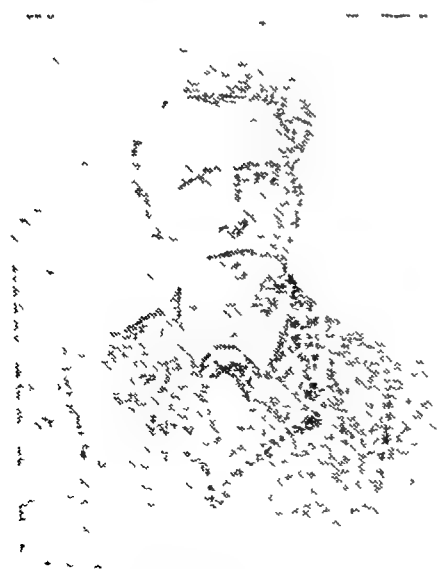
Essigsäure



१८६१में प्रकाशित अपनी पुस्तकमें केकुले द्वारा प्रदर्शित कार्बनिक पदार्थके मूल कार्बन और शेष २ एक अन्य कार्बनके साथ जुड़ी रहती हैं। जहाँ दो कार्बन एक पक्तिसे जुड़े होते हैं उसे एकल बन्ध (single bond) और जहाँ दो पक्तियोंसे जुड़े होते हैं उसे द्विवन्ध (double bond) कहते हैं।

इस पदार्थके एक या एकाधिक हाइड्रोजनके स्थान पर अन्य कोई परमाणु अथवा 'समूह' (group) प्रतिस्थापनके द्वारा प्रविष्ट किया जा सकता है। इस विषयकी अधिक जानकारी कार्बनिक रसायनकी भूमिका नामक अध्यायमें दी गई है।

केकुलेने कार्बनिक रसायनके क्षेत्रमें और भी काफी काम किया है। लेकिन उसके वेनजीन सिद्धान्तकी तुलनामें वह अधिक महत्त्वका नहीं है।

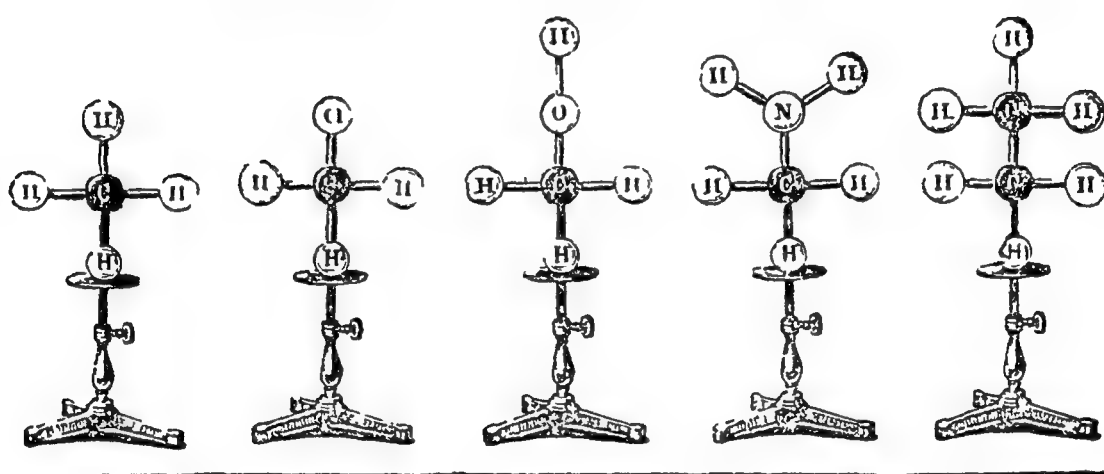


जे० एच० वेटहाफ (१८५२-१९११)

ऑगस्ट केकुले (१८२९-१८९६)

आगे चलकर कार्बनिक पदार्थोंकी रचनाके सम्बन्धमे अविक निश्चयात्मक ढगसे जाँच-पडताल हुई और लवेल तथा वेण्टहाफके कार्योंसे अनेक अनुत्तरित प्रश्नोके उत्तर मिले। ऐसे प्रश्नोमे एक प्रकाश-सक्रियता (optical activity)का प्रश्न भी था। कुछ पदार्थो, यथा लैक्टिक अम्ल, टार्टरिक अम्ल, ग्लुकोज आदिमे टुरमालिन स्फटिकमेसे (निकल प्रिज्म=निकल समपार्श्वमेसे) पारित की हुई प्रकाश किरणोको दाई अथवा बाई ओर मोडनेकी शक्ति होती है। लुई पाश्चर नामक फ्रान्सिसी वैज्ञानिकने ऐमोनियम टार्टरेटके दो प्रकारके स्फटिकोको पृथक् किया और उसने देखा कि एक प्रकारके स्फटिकके विलयन (घोल, द्रावण) मेसे प्रकाशको पारित करने पर ध्रुवित प्रकाश (polarized light) दाहिनी ओर तथा दूसरे प्रकारके विलयनमेसे पारित करनेपर ध्रुवित प्रकाश बाई ओर मुड़ जाता है। और भी कई कार्बनिक पदार्थोमे प्रकाश-सक्रियताका यह गुण पाया जाता है।

हाफमैन द्वारा बनाये हुए कार्बनिक पदार्थोके नमूने



हाइड्राइड
आफ
मेथाइल

क्लोराइड
आफ
मेथाइल

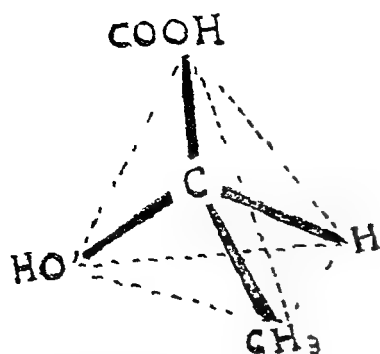
हाइड्रेट
आफ
मेथाइल

ऐमाइड
आफ
मेथाइल

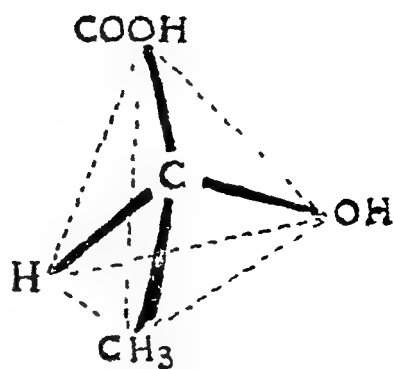
मेथाइड
आफ
मेथाइल

लवेल और वेण्टहाफके कार्योंसे इसका कारण समझमे आ गया। इन दोनो अन्वेषकोने स्वतन्त्र रूपसे अपने अनुमानोको १८७४मे प्रकाशित किया था। उन्होने बताया कि कार्बनकी चार सयोजकता एक ही स्तर पर नहीं होती बल्कि अवकाश (दिक्)मे चारो ओर फैली रहती है और उनके छोरोको यदि जोड़ दिया जाए तो समभुजकोणीय चतुष्फलक (regular tetrahedron) बन जाता है। अब यदि इस कार्बन परमाणुकी चार सयोजकता चार भिन्न परमाणुओ अथवा अणुसमूहसे जुडी हो तो वह कार्बन असमान (unsymmetrical) होता है और उसकी दो सरचनाएँ सम्भव होती है—जिनका सम्बन्ध विम्ब-प्रतिविम्बात्मक (वस्तु और दर्पणमे उमके प्रतिविम्बकी तरह) होता है। आगेकी आकृतियोमे लैक्टिक अम्लकी दो सरचनाएँ दिखाई गई हैं।

१९वीं शताब्दीमे अनेक रासायनिक उद्योग प्रारम्भ हुए, जिनमे कृत्रिम (संश्लिष्ट) रगोका उद्योग सबसे उल्लेखनीय है। आजसे एक शताब्दी पहले केवल दर्जनभर वानरपतिक, प्राणिज और खनिज रगोका उपयोग किया जाता था। १८५७मे विलियम पर्किन नामक एक सत्रह वर्षीय किशोरने स्कूलकी छुट्टियोमे अपने घरकी प्रयोगशालामे कुनैन बनानेका बीडा उटाय। उमने ऐनेलिन नामक पदार्थ पर पोटेशियम डाइक्रोमेट और सल्फ्यूरिक अम्लकी क्रियाकी तो सफेद कुनैन

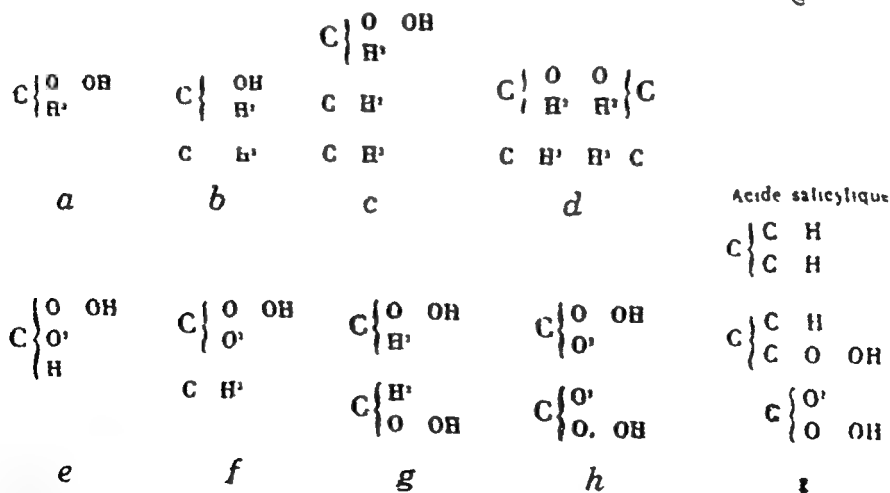


लैक्टिक अम्लकी
दो संरचनाएँ



के बदले एक काला चिकना पदार्थ प्राप्त हुआ, उसमें ऐल्कोहल (मद्य) मिलानेमें एक मुन्दर जामुनी (वैगनी) रंगका घोल तैयार हो गया, जो रंगमकी रँगई कर सकता था। यह था सर्वप्रथम सिल्लिस्ट रंग 'मोव'। उसके बाद १८५७में पर्किनने कृत्रिम रंगोंका उद्योग आरम्भ किया और आज तो यह उद्योग बहुत प्रगति कर गया है। भिन्न-भिन्न वस्तुओंके लिए आज भिन्न-भिन्न रंग उपलब्ध हैं। इन रंगोंको बनानेके लिए आवश्यक रसायन डामर (अलकतरा, कोलतार)में प्राप्त किये जाते थे, इसलिए इन्हें डामरके रंग भी कहा जाता था।

रंग, औषधियाँ, विस्फोटक, फोटोग्राफीय रसायन आदि वस्तुएँ बड़े पैमाने पर बनानेके लिए मूल रसायनोंकी जरूरत थी और इसलिए उन्हें प्राप्त करनेकी खोज शुरू हुई। वातुएँ, खासतौर पर लोहा और इस्पात बनानेके लिए कोयलेका आसवन कर कोक प्राप्त किया जाता था। कोयलेके आसवनके दौरान कोयलेकी गैस मिलती थी, जिसका उपयोग गृहोंमें रोगनी और ईंधनके लिए किया जाने लगा। आसवनके दौरान उपलब्ध होनेवाला डामर कार्बनिक पदार्थोंमें सबसे समृद्ध प्रतीत हुआ, इसलिए बड़े पैमाने पर उसका आसवन कर और उसमेंसे अनेक क्रियाओं-प्रक्रियाओंके द्वारा बेन्जीन, टाल्युईन, जाइलीन, फीनोल, ऐनेलिन, क्विनालीन, क्रैमोल, नैफ्थैलीन, ऐन्थासिन इत्यादि रसायनोंका उत्पादन १९वीं शताब्दीमें आरम्भ हुआ।



कार्बनिक रसायनके कूपर द्वारा निर्धारित सूत्र (१८५८) (a) ऐल्कोहल, (b) इथिल ऐल्कोहल, (c) प्रोपाइल ऐल्कोहल, (d) इथिल ईथर, (e) फार्मिक अम्ल, (f) एनेटिक अम्ल, (g) इथिलीन ग्लाइकोल, (h) आक्सेलिक अम्ल, (i) मेलिसिलिक अम्ल।

४ : मूलतत्त्वोंका वर्गीकरण और आवर्त-सारणी

१८६० तक अनेक मूलतत्त्वोंके परमाणुभार निश्चित हो गए थे। इस दिशामे बर्जीलियसने सराहनीय प्रगति की थी। उसके बाद वेल्जियन रसायनज्ञ स्ट्रासने शुद्ध रसायनोका उपयोग कर अत्यन्त सावधानीसे परमाणुभारका पता लगाया। इन दिनों रसायनज्ञ विभिन्न मूलतत्त्वोंके पारस्परिक सम्बन्धोंका पता लगाकर उनका वर्गीकरण करनेमे लगे हुए थे। १८३९मे डोब-राइनरने यह पता लगाया कि समान गुणोवाले मूलतत्त्वोंको तीन-तीनके समूहमे रखा जा सकता है। इन त्रिपुटियोंके परमाणुभार या तो एक जैसे होते हैं या त्रिपुटीके बीचके मूलतत्त्वका परमाणुभार दूसरे दो परमाणुभारका लगभग मध्यमान होता है। नीचे इस तरहकी कुछ त्रिपुटियाँ दी जा रही हैं, कोष्ठकमे उनके परमाणुभार दिये गए हैं

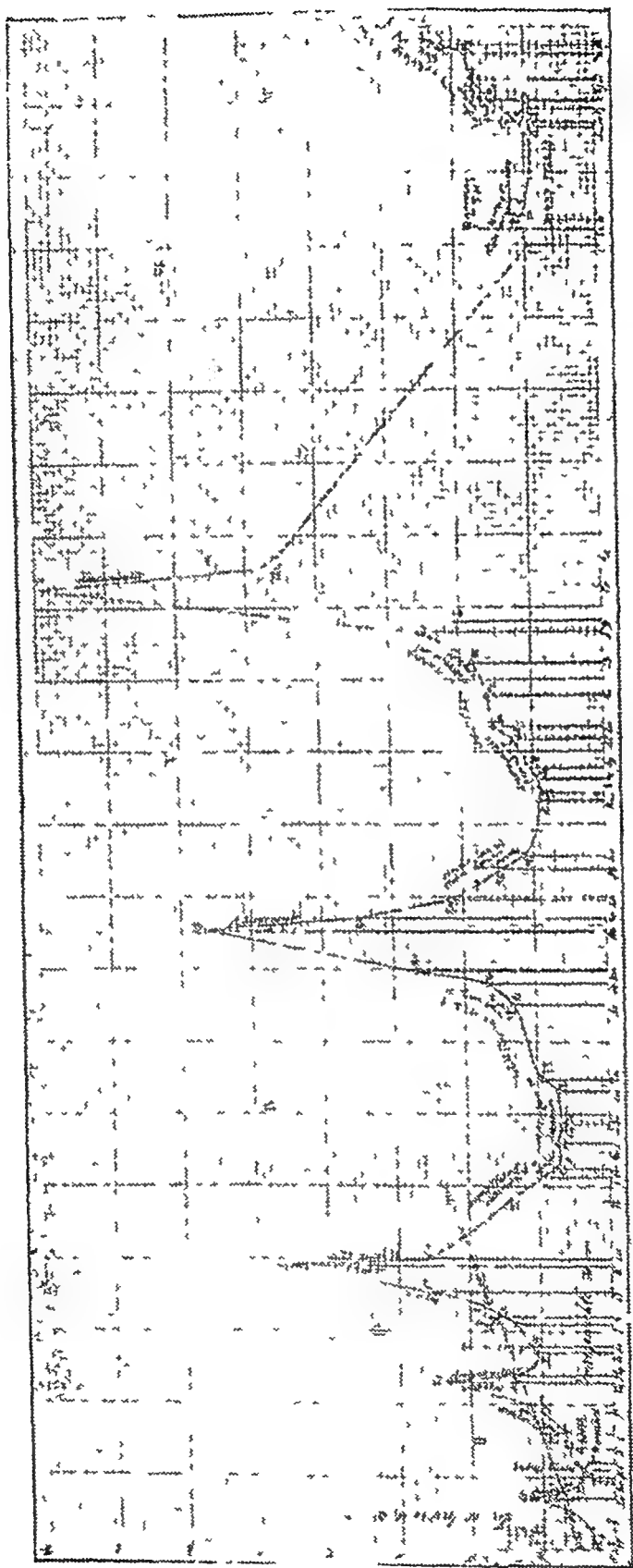
१ लोहा (५५ ८५), कोबाल्ट (५८ ९४) और निकल (५८ ६९),

२ क्लोरिन (३५ ५), ब्रोमिन (८०) और आयोडिन (१२७),

३ कैल्सियम (४०), स्ट्रॉन्शियम (८७) और बेरियम (१३७),

४ लिथियम (७), सोडियम (२३) और पोटैशियम (३८)।

लेकिन सभी मूलतत्त्वोंको इस प्रकार तीन-तीनके समूहमे रखा नहीं जा सकता, इसलिए यह प्रयत्न अधूरा ही रहा। उसके बाद मूलतत्त्वोंके वर्गीकरणके और भी कई असफल प्रयत्न किये गए। इंग्लैण्डमे न्यूलैण्ड्सने मूलतत्त्वोंको उनके परमाणुभारके अनुसार क्रमबद्ध करके त्रिमाक दिये। अपने इस प्रयत्नमे उसने यह पाया कि हर आठवाँ मूलतत्त्व गुणोंकी दृष्टिसे पहलेसे मिलता है। इस प्रकार सगीतके सप्तककी तरह मूलतत्त्वोंके गुणोंका पुनरावर्तन होता है। न्यूलैण्ड्सने इसे अष्टक नियम (law of octaves) नाम दिया। इस योजनाके अनुसार समान गुणोवाले मूलतत्त्व एक साथ आते हैं। उदाहरणार्थ लिथियम, सोडियम और पोटैशियम, बेरिलियम और मैग्नेशियम, वोरॉन और ऐल्युमिनियम आदि। आगे चलकर इस पद्धतिमे भी कई खामियाँ दिखाई दी, इसलिए इसका परित्याग किया गया। लेकिन न्यूलैण्ड्सके कार्यने यह तो साबित कर ही दिया कि अनेक मूलतत्त्वोंके बीच समानताके अंश हैं और उनमे आवर्तन पाया जाता है। उसके बाद लोथर मायरने इस क्षेत्रमे उल्लेखनीय प्रगति की।



लोहर मायरा का लेखा चित्र (थलचित्र)

लोथर मायर (१८३०-१८९५) प्युविनगनमे प्राध्यापक था। वह उच्चकोटिका शिक्षक और लेखक था। 'रसायनके आधुनिक सिद्धान्त' नामक उसका ग्रन्थ अनेक वर्षों तक रसायनका प्रामाणिक ग्रन्थ माना जाता रहा। लोथर मायरने परमाणु आयतन और परमाणुभार दोनोंका ही चित्रालेख आलेखित किया। यह लोथर मायरका परमाणु आयतन चित्रालेखा (curve) कहलाता है। पृष्ठ ४८ पर दिये गए चित्रालेखमे समान गुणवाले भिन्न-भिन्न मूलतत्त्व समान स्थान (analogous positions) ग्रहण किये हुए हैं।



लोथर मायर (१८३०-१८९५) था। लेकिन पेत्रोग्राद (अब लेनिनग्राद)की शिक्षक-प्रशिक्षण संस्थामे प्रवेश लेनेके बादसे उसका वैद्विक विकास हुआ और उसने अपनी गवेषणाओंके परिणाम

मूलतत्त्वोंका जो वर्गीकरण और आवर्त-सारणी आज-कल प्रचलित है उसका श्रेय रूसी रसायनज्ञ मेण्डलीफको है। मेण्डलीफ (१८३४-१९०७)का जन्म साइवेरियाके टोवोल्स्क गाँवमे हुआ था। कमजोर स्वास्थ्य, गरीबी और पढ़नेमे विशेष रुचि न होनेके कारण वह सामान्य कोटिका विद्यार्थी समझा जाता

EXPERIMENT IN THE SYSTEM OF ELEMENTS

Based on Their Atomic Weights and
Chemical Similarities

		Ti = 50	Zr = 90	Y = 100
		V = 51	Nb = 94	Ta = 182
		Cr = 52	Mo = 96	W = 184
		Mn = 55	Rh = 104	Pt = 197
		Fe = 56	Ru = 101	Ir = 195
	Ni	Co = 59	Pd = 106	Os = 190
		Cu = 63	Ag = 108	Hg = 200
		Zn = 65	Cd = 112	
		?	U = 116	Au = 197
		?	Sn = 118	
		As = 75	Sb = 125	Bi = 210
		Se = 79	Te = 128	
		Br = 80	I = 127	
		K = 39	Rb = 85	Cs = 133
		Ca = 40	Sr = 87	Ba = 137
		?	Ce = 92	Pb = 207
		?	La = 94	
		?	Di = 93	
		In = 75	Th = 118	



D Mendeleev

मेण्डलीफका वर्गीकरण

मेण्डलीफ (१८३४-१९०७)

प्रस्तावित करता प्रारम्भ किये। १८६९मे उसने मूलतत्त्वोंके वर्गीकरण पर पहला पैर और १८७१मे इन विषय पर अपने नमूने विचारोंको प्रकाशित किया। अपनी आवर्त सारणी (Periodic

D. I. MENDELEYEV'S PERIODIC

PERIODS	SERIES	ELEMENT				
		I	II	III	IV	V
1	I	H ¹ 1.0080				
2	II	Li ³ 6.940	Be ⁴ 9.013	5 B 10.82	6 C 12.011	7 N 14.008
3	III	Na ¹¹ 22.991	Mg ¹² 24.32	13 Al 26.98	14 Si 28.09	15 P 30.975
4	IV	K ¹⁹ 39.100	Ca ²⁰ 40.08	Sc ²¹ 44.96	Ti ²² 47.90	V ²³ 50.95
	V	29 Cu 63.54	30 Zn 65.38	31 Ga 69.72	32 Ge 72.60	33 As 74.91
5	VI	Rb ³⁷ 85.48	Sr ³⁸ 87.63	Y ³⁹ 88.92	Zr ⁴⁰ 91.22	Nb ⁴¹ 92.91
	VII	47 Ag 107.880	48 Cd 112.41	49 In 114.76	50 Sn 118.70	51 Sb 121.76
6	VIII	Cs ⁵⁵ 132.91	Ba ⁵⁶ 137.36	La ☆ 138.92	Hf ⁷² 178.6	Ta ⁷³ 180.95
	IX	79 Au 197.0	80 Hg 200.61	81 Tl 204.39	82 Pb 207.21	83 Bi 209.00
7	X	87 Fr [223]	88 Ra 226.05	89 Ac ☆ ☆ 227	(Th)	(Pa)

★ LANTHANES						
58 Ce 140.13	59 Pr 140.92	60 Nd 144.27	61 Pm [145]	62 Sm 150.43	63 Eu 152.0	64 Gd 156.9

★ ★ ACTINIDES						
90 Th 232.05	91 Pa 231	92 U 238.07	93 Np [237]	94 Pu [242]	95 Am [243]	96 Cm [245]

Figures in square brackets are mass numbers of stablest isotopes

TABLE OF ELEMENTS

GROUPS									
VI		VII		VIII				0	
		(H)						He ² 4 003 2	
8 O 16		9 F 19 00						Ne ¹⁰ 20 183 2	
16 S 32 066		17 Cl 35 457						Ar ¹⁸ 39 944 2	
24 Cr 52 01		25 Mn 54 94		26 Fe 55 85		27 Co 58 94		28 Ni 58 69	
34 Se 78 96		35 Br 79 916						36 Kr 83 80 2	
42 Mo 95 95		43 Tc [99]		44 Ru 101 1		45 Rh 102 91		46 Pd 106 7	
52 Te 127 61		53 I 126 91						54 Xe 131 3 2	
74 W 183 92		75 Re 186 31		76 Os 190 2		77 Ir 192 2		78 Pt 195 23	
84 Po 210		85 At [210]						86 Rn 222 2	
(U)									

NIDES

Tb ⁶⁵ 158 93	Dy ⁶⁶ 162 46	Ho ⁶⁷ 164 04	Er ⁶⁸ 167 2	Tu ⁶⁹ 168 94	Yb ⁷⁰ 173 04	Lu ⁷¹ 174 99
----------------------------	----------------------------	----------------------------	---------------------------	----------------------------	----------------------------	----------------------------

NIDES

Bk ⁹⁷ [245]	Cf ⁹⁸ [246]	En ⁹⁹ [253]	Fm ¹⁰⁰ [255]	Mv ¹⁰¹ [256]
---------------------------	---------------------------	---------------------------	----------------------------	----------------------------

Atomic number

Electron layers

Atomic weight

Symbol

नदने अरिह रणायी नमनरगिने (150°000) नी वरमरुनया कोठकोम दिगारि गई है।

Table) में उसने परमाणुओं को उनके भार के अनुसार इस क्रम में रखा कि समान गुणों वाले मूलतत्त्व एक-दूसरे के नीचे रहे। इस सारणी में किसी एक मूलतत्त्व के स्थान के आधार पर हम उसके गुणों को बता सकते हैं। मेण्डलीफ ने लिखा है “जब मैंने कम-से-कम परमाणुभार वाले मूलतत्त्वों से आरम्भ किया और उन्हें उत्तरोत्तर बढ़ते हुए परमाणुभार के क्रम में रखा तो मुझे पता चला कि मूलतत्त्वों के गुणों में एक प्रकार का आवर्तन होता है। इसलिए यदि मूलतत्त्वों को परमाणु-भार के अनुसार क्रमबद्ध किया जाए तो नियमित रूप से समान गुणों वाले तत्त्वों का पुनरावर्तन होता है।” मेण्डलीफ की आवर्त-सारणी ऊर्ध्वाधर (vertical) और क्षैतिज (horizontal) रेखाओं से बने चौखटों में बँटी हुई है। खड़े चौखटे वर्ग या समूह (groups) और आड़े चौखटे आवर्त (periods) कहलाते हैं। कुछ वर्गों के ‘अ’ और ‘ब’ ऐसे दो भाग किये गए हैं। एक वर्ग में ‘अ’ अथवा ‘ब’ के नीचे आने वाले मूलतत्त्वों के गुण एक जैसे होते हैं, परन्तु ‘अ’ और ‘ब’ वर्गों के मूलतत्त्वों के गुणों में अन्तर होता है। हर आवर्त के मूलतत्त्वों के गुण क्रमशः बदलते जाते हैं।

किसी भी वैज्ञानिक सिद्धान्त का महत्त्व और विशेषता केवल इस बात में नहीं है कि उसमें प्रचलित जानकारी को समझा जा सके, बल्कि इसमें है कि उस सिद्धान्त से अब तक प्रकाश में न आई हुई वस्तुओं को खोजने में सहायता मिले और खोजी जाने वाली वस्तुओं के गुणों इत्यादिकी भविष्यवाणी की जा सके। इस भविष्यवाणी के सच होने पर ही उस सिद्धान्त का समर्थन किया जाता है। मेण्डलीफ की आवर्त-सारणी में कुछ जगहें खाली रह गई थीं। वे रिक्त स्थान किन वर्गों में हों, उनके ऊपर और नीचे आने वाले मूलतत्त्वों के गुण क्या हों आदिका अपने सिद्धान्त के आधार पर विचार कर मेण्डलीफ ने रिक्त स्थान वाले जो मूलतत्त्व तब तक खोजे नहीं जा सके थे, उनके भी परमाणुभार और गुणों के बारे में भविष्यवाणी की थी। जो मूलतत्त्व तब तक खोजे नहीं जा सके थे उन्हें उसने एकवोरोन, एकअल्युमीनियम और एकसिलिकोन नाम दिये थे। वर्षों बाद उनकी खोज हुई और आज वे स्कैंडियम, गैलियम और जर्मेनियम के नाम से जाने जाते हैं। उनके गुणों के सम्बन्ध में मेण्डलीफ की भविष्यवाणी सच साबित हुई।

मेण्डलीफ के वर्गीकरण (आवर्त-सारणी) में कुछ दोष भी थे। उदाहरण के लिए गुणों के आधार पर टेलुरियम को, जिसका परमाणुभार १२७.५ है, १२६.९ परमाणुभार वाले आयोडिन से पहले छठवें समूह में रखना पड़ता है। जब हीलियम, आर्गन, नियोन आदि निष्क्रिय गैसों की खोज हुई तो यह समस्या उठ खड़ी हुई कि उन्हें कहाँ रखा जाए, उनकी संयोजकता शून्य होने के कारण उनके लिए एक नया शून्य वर्ग बनाना पड़ा और ३९.९ परमाणुभार वाले आर्गन को उसके गुणों के आधार पर ३९.१ परमाणुभार वाले पोटेशियम के पहले रखना पड़ा। और विरल मृदु मूलतत्त्वों (rare earths) के पन्द्रह सदस्यों को बेरिलियम और हाफनियम के बीच एक ही स्थान (चौखटे) में रखना पड़ता है।

२०वीं शताब्दी में परमाणु-रचना-सम्बन्धी जो गवेषणाएँ हुईं, उससे इस आवर्त-सारणी में यह संशोधन हुआ कि परमाणुभार का कोई महत्त्व नहीं रह गया और मूलतत्त्वों के गुण उनकी परमाणु-संख्या (क्रमांक) पर निर्भर माने जाने लगे। परमाणुभार के बदले परमाणु-संख्या लेने से कुछ त्रुटियों का निराकरण हो जाता है। आगे चलकर इस वर्गीकरण में परिवर्तन होगा या नहीं, यह आज बताना सम्भव नहीं है। परिवर्तन अगर हो तब भी इस सारणी ने इस पृथ्वी पर उपलब्ध

अनेक मूलतत्त्वों और उनके असंख्य यौगिकों का विधिवत वर्गीकरण कर अव्यवस्था की स्थिति में जो व्यवस्था लाने का महान प्रयास किया, उसके लिए इसका (सारणी) महत्त्व बना रहेगा।

१९वीं शताब्दी में अनेक रासायनिक उद्योगों की नींव रखी गई, जिनमें से कुछ उद्योगों का उल्लेख अगले अध्यायों में किया गया है।

फ्रेडरिक सोडी की आवर्त-सारणी की रूपरेखा

[अनुप्रस्थ रेखाओं में समान गुणों वाले परमाणु, श्वेत गोलकों में धातुएँ, काली बिन्दियों में अर्ध धातुएँ और भूरे वर्तुलों में निष्क्रिय मूलतत्त्व दिखाए गए हैं।
नोबेल गैस और ऐम्फोटेरिक आक्साइड सबसे ऊपर की रेखा में दिखाए गए हैं]



फ्रेडरिक सोडी
(१८७७-१९५६)

बीसवी शताब्दीमें अनेक नये विचार प्रवर्तित हुए, जिनके द्वारा कार्बनिक पदार्थोंकी रचना, उनकी रासायनिक क्रियाओं और उनके गुणों आदिके सम्बन्धमें और भी अधिक जानकारी मिली। इनमें इलेक्ट्रॉनवाद (Electronic Theory), अणुकक्षावाद (Molecular orbits Theory) आदिना समावेश है। बीसवी शताब्दीके इस वैज्ञानिक विकास पर इस ग्रन्थमें अन्तिम भागमें दृग्पात किया जाएगा।

खंड : २



महान दानी, स्वदेशाभिमानी, दूरदर्शी,
साहसी उद्योगपति
जमसेदजी नसरवानजी ताता
[१८३५-१९०४]

जीते-जागते स्मारक

- ताता हाइड्रोइलेक्ट्रिक वर्क्स
[ताता जलविद्युत् प्रतिष्ठान]
- जमशेदपुरका लोह नगर
- नेशनल मेटेलर्जिकल लेबोरेटरी
[राष्ट्रीय धातुकर्मक प्रयोगशाला]
- बंगलोर इण्डियन इन्स्टीट्यूट आफ सायन्सेज
[भारतीय विज्ञान परिषद्]
तथा अनेक सस्थाएँ और न्यास (ट्रस्ट)

५ : धातु-रसायन

धातु और अधातु

मनुष्यका पहला रासायनिक हथियार था अग्नि। ठण्डसे अपने शरीरकी रक्षा करनेके लिए मनुष्य आग जलाता था। हिंसक प्राणियोंसे अपनी रक्षा करनेके लिए मनुष्य अग्नि और हथियारोका उपयोग प्रागैतिहासिक कालसे करता आया है। आरम्भमे उसने लकड़ी और हड्डीके हथियार बनाए। उसके बाद पाषाण युगमे औजार बनानेके लिए उसने पत्थरका उपयोग किया। लगभग सात हजार वर्ष पहलेकी यह बात है।

फिर जैसे-जैसे सभ्यताका विकास होता गया उसने मिट्टीकी ईंटे और बरतन बनाना शुरू किया। आरम्भमे इन चीजोको पकानेके लिए वह सूर्यकी गर्मीका उपयोग करता था। उसके बाद तो मिट्टी पकानेके लिए भी वह अग्निका उपयोग करने लगा। इस तरह मिट्टीको पकाते हुए ही उसे एक दिन अकस्मात् धातु मिल गई। फिर तो धातुओका उपयोग हथियार बनानेमे किया जाने लगा। कुछ धातुएँ तो प्रकृतिसे ही शुद्ध रूपमे मिल जाती थी, इसलिए उनमे उसे रासायनिक दृष्टिसे विशेष कुछ करना नहीं होता था। ऐसी धातुओमे सोना, चाँदी और ताँबा मुख्य थी। कभी-कभी तारोके टूटनेसे बहुत थोड़ी मात्रामे शुद्ध लोहा भी मिल जाया करता था। इन धातुओने मनुष्यका ध्यान आकर्षित किया, परन्तु उस समयके जन-समाजमे पत्थरके हथियारोका ही उपयोग होता रहा।

ताँबेकी कच्ची धातुको उस समयका मनुष्य पत्थर ही समझता था। पत्थरकी तरह उसने उसके औजार बनाना शुरू किया, तब उसे उनके गुणोका पता चला। पत्थरको धारदार बनानेकी क्रियामे कितने ही पत्थर टूट जाते तब किसी एक पत्थरमे काम लायक धार बन पाती थी। लेकिन यह नई जातिका पत्थर टूटता नहीं था। जितना ही पीटा जाता चपटा होकर फैलता जाता था। इससे बने हथियार ज्यादा समय तक चलते थे। धार बोथरी हो जाने पर घिसनेसे धार भी बन सकती थी। इसके परिणामस्वरूप पाषाणयुगका अन्त और ताम्रयुग का प्रारम्भ हुआ।

कहीं-कहीं ताँबा और राँगा (वग) कच्ची धातुके रूपमे पास-पास मिल जाते थे। इन कच्ची धातुओसे अग्निके ताप द्वारा ताँबा निकालनेके प्रयत्नमे आकस्मिक रूपसे काँसेका आविष्कार हुआ। काँसा ताँबेसे भी कड़ा था, वह कटता नहीं था और उसकी धार भी अच्छी बनती थी। इसलिए कांस्ययुग शुरू हुआ। यह ईसा पूर्व ५०००की बात है।

ईसा पूर्व ३००० वर्ष पहले रागेकी खोज हुई। मृदुधातु होनेके कारण इसका स्वतन्त्र उपयोग नहीं हो सकता था, परन्तु कमोवेश मात्रामे ताँबेके साथ मिलानेसे काँसा बनता था, और काँसेके ज्यादा अच्छे और ज्यादा अच्छी तरह औजार बनाये जा सकते थे।

क्रमशः लोहेके खनिजसे लोहा बनानेका ज्ञान मनुष्यने अर्जित किया। उसमें निहित पेचीदा रासायनिक क्रियाएँ ज्यादा अच्छी तरह समझमें आती गई। धीरे-धीरे लोहेका सिक्का जमने लगा। मनुष्य कास्ययुगसे लोहयुगमें आया। लोहेके हथियारों और औजारोंका प्रचलन बढ़ने लगा। आज भी अफ्रीकाकी कुछ नीग्रो (हब्शी) जातियाँ पुराने ढंगसे अपने उपयोग लायक लोहा बना लेती हैं। उस पुरातन कालमें भी भारतमें लोहा बनानेकी कला उच्चकोटि तक विकसित हुई थी। दिल्लीके समीप कुतुबमीनारके पास साढ़े छह टनका लोहस्तम्भ इसकी सजीव साक्षीके रूपमें आज भी खड़ा है।

हमारे आधुनिक जीवनमें लोहेका प्रमुख स्थान है। हमारे उद्योगोंका विकास और समृद्धि लोहे पर ही निर्भर है।

धातु	ग्रह	चिह्न
सोना	सूर्य	
चांदी	चन्द्र	
ताम्र	शुक्र	
लोह	मंगल	
सीसा	शनि	
रौंदा	गुरु	
पारा	बुध	

प्राचीनकालमें केवल सात धातुओंकी जानकारी थी। उस कालके कीमियागरोंकी ऐसी मान्यता थी कि इन धातुओंपर ग्रहोंका असर होता है। इसलिए ग्रहोंके नाम उन धातुओंसे जोड़े जाते थे, यथा सोनेको सूर्य, चांदीको चन्द्र, ताँवेको शुक्रके साथ आदि-आदि। रसायनशास्त्रमें उस कालमें प्रत्येक धातुको भी ग्रहका साकेतिक चिह्न अथवा संकेत प्रदान किया जाता था।

उन प्राचीन नामोंके अवशेष आज भी विद्यमान हैं। सिल्वर नाइट्रेटको आज भी ल्युनर कॉस्टिक कहा जाता है (लैटिन भाषामें चन्द्रको ल्युना कहते हैं)। इन पुराने नामोंमेंसे पारेके लिए मरक्युरी (बुध ग्रहका नाम) शब्द अभी भी प्रचलित है।

समयके साथ धातुओंको गलानेकी कला भी वैज्ञानिक ढंगसे प्रगति करती गई। रसायन-वेत्ता रसायन-सम्बन्धी सिद्धान्तोंका बराबर विस्तार करते जा रहे थे। प्राचीन दार्शनिकों और चिन्तकोंके द्वारा स्थापित और निर्धारित मर्यादाएँ प्रयोगोंके द्वारा टूटती जाती थी। पदार्थोंके सरलतम रूपको खोजनेके प्रयत्न हो रहे थे। इन प्रयत्नोंके परिणामस्वरूप मूलतत्त्व (elements) अस्तित्वमें आये। पाँच महाभूतोंके सिद्धान्तका अन्त हुआ।

शुरु-शुरुमें चूना और लवण मूलतत्त्व माने गए, लेकिन १८०७ ईसवीमें विद्युतकी सहायतासे चूनेमेंसे कैल्सियम और लवणमेंसे सोडियम पृथक् किये गए। पानीको भी मूलतत्त्व

समझा जाता था, लेकिन वह आक्सीजन और हाइड्रोजनका यौगिक साबित हुआ। इस प्रकार मूलतत्त्वोंकी संख्या क्रमशः बढ़ती गई।

इन मूलतत्त्वोंके अनेकविध संयोगोंसे हजारों पदार्थोंके अस्तित्वमें आनेकी मान्यता प्रचलित हुई। प्रत्येक मूलतत्त्व अपने परमाणुओंका बना होता है। इन परमाणुओंको अविनाशी और अविभाज्य माना जाता था। लेकिन मेरी क्यूरी द्वारा आविष्कृत रेडियमने इस मान्यता पर उल्कापात किया। रेडियम और उसके जैसे अन्य मूलतत्त्व स्वयं टूटते रहते हैं और उनसे दूसरे मूलतत्त्व पैदा होते हैं। यह प्रक्रिया अपने आप चलती रहती है। उसमें ऊष्मा या अन्य किसी प्रकारकी रासायनिक क्रियाकी सहायताकी आवश्यकता नहीं होती। इससे यह विकट समस्या उठ खड़ी हुई कि रेडियमको मूलतत्त्व माना जाए अथवा नहीं? यदि उसे मूलतत्त्व माने तो मूलतत्त्वोंकी प्रचलित परिभाषामें परिवर्तन करना आवश्यक हो जाता है।

विश्वकी रचनामें कुल मिलाकर ९२ मूलतत्त्व हैं। इनके अतिरिक्त कुछ मूलतत्त्व प्रयोगशालामें भी बनाये गए हैं। लेकिन वे अस्थायी हैं, और एक खास मुद्दतके बाद टूट जाते हैं। रसायनज्ञ मूलतत्त्वोंके दो विभाग करते हैं एक धातु और दूसरा अधातु। यह विभागीकरण पूरी तरह ग्रास्त्रीय (वैज्ञानिक) नहीं केवल सुविधाजनक है।

अब हम यह समझनेका प्रयत्न करेंगे कि धातुएँ किसे कहते हैं। हथौड़ेसे पीटे जाने पर चढ़र बनाने योग्य घातवर्ध्य (malleable), तार खींचे जाने योग्य तन्य (ductile), साफ करने पर सतह चमकीली हो जानेवाले पदार्थोंकी गणना धातुओंमें की जाती है। मोटे तौर पर वे ऊष्मा और विद्युतकी सुसवाहक होती हैं। ये गुण धातुओंकी पहचानके लिए पर्याप्त हैं, परन्तु वैज्ञानिक दृष्टिसे सन्तोषजनक नहीं। ताँबा, लोहा, राँगा, सोना, चाँदी, जस्ता और निकल आदि मूलतत्त्वोंको धातुके रूपमें इसी प्रकार पहचाना जाता था और आज भी पहचाना जाता है।

साधारण तापपर धातुएँ ठोस अवस्थामें रहती हैं, केवल पारा अपवाद है—वह द्रव है। प्राचीनकालमें पारेको धातु नहीं माना जाता था, उसे रस कहा जाता था।

किस मूलतत्त्वको धातु और किसे अधातु कहा जाए, यह एक टेढ़ा सवाल था। रसायनज्ञोंने इसका एक हल खोज निकाला। जिस मूलतत्त्वका आक्साइड पानीमें घुलकर अम्ल प्रदान करे वह अधातु, और जिसके आक्साइड पानीमें घुलकर बेस-अल्कली (क्षार) बनाएँ वे धातुएँ। अम्ल किसे कहा जाए और क्षार (अल्कली) किसे कहा जाए, इसका निर्णय करनेके लिए लिटमस नामक एक बैंगनी रंगकी वनस्पतिके रसका उपयोग किया जाता था—आज भी किया जाता है। अम्लके विलयनमें लिटमस लाल हो जाता है और अल्कली (क्षार)के विलयनमें नीला। इस प्रकार धातु और अधातुका निर्णय करनेका काम लिटमस एक हद तक करता है, लेकिन अविलेय आक्साइडोंके बारेमें क्या किया जाए?

फिर इसमें—अम्ल और क्षारकी ऊपर दी हुई व्याख्यामें—अपवाद तो है ही। पानी हाइड्रोजनका आक्साइड है, परन्तु लिटमसवाली कमीटी उसपर लागू नहीं होती। अम्ल-क्षारके परीक्षणमें पानी अपवाद है।

जमीनके अन्दरसे खोदकर निकाली हुई मिट्टी अम्लीय है या क्षारीय इसका निर्णय लिटमसके द्वारा किया जा सकता है। क्षारका गुण प्रदर्शित करनेवाली मिट्टी क्षारीय मृत्तिका

(alkaline earth) कहलाती है। इस मिट्टीसे किसी मूलतत्त्वको पृथक् किया जाए तो ऊपर बताई हुई परिभाषाके अनुसार उसे धातु कहना होगा, चाहे वह न तो धातवर्त्य (कृत्र्य), न चमकीली और न तन्य—तारकसमे तार खींचे जाने योग्य—ही हो।

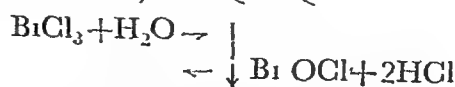
अधातुओमे सामान्यत धातुओकी तरह चमक (चमकीलापन) नहीं होती, उन्हें गढ़ा नहीं जा सकता, वे कठोर (कड़ी) नहीं होती, उनका आपेक्षिक घनत्व धातुओकी तुलनामे कम होता है, वे ऊष्मा सवाहक नहीं होती और विद्युत सवाहकताका गुण उनमे नामको ही होता है—यद्यपि इसमे कुछ अपवाद भी हैं। आयोडिन ओर ग्रेफाइट अधातुए ह, फिर भी उनमे चमकीलापन होता है। ग्रेफाइट तो विद्युत सवाहक भी है। इसके विपरीत धातुओमे धातुई चमक—धातुद्युति होती है, उन्हें पीटकर चदरे (पतरे) बनाई जा सकती ह। परन्तु एण्टिमनी (सुरमेकी धातु) और विस्मय धातुएँ होते हुए भी उनको पीटकर चदरे नहीं बनाई जा सकती, पीटनेसे वे भुरभुरी होकर चूर्ण बन जाती है। धातुएँ कठोर होती हैं, इसलिए उनके तार खींचे जा सकते हैं—तारके रूपमे भी वे टूटती नहीं।

फिर कुछ धातुएँ वजनमे बिल्कुल हल्की होती हैं। सोडियम, पोटेशियम, मैग्नेसियम, कैल्सियम और एल्युमीनियम धातुओका घनत्व कम होनेसे वे वजनमे हल्की होती हैं। परन्तु सबसे हल्की धातु तो लियियम है। उसका आपेक्षिक घनत्व केवल ०.५३ है। धातुएँ सामान्यत ऊष्मा-सवाहक होती हैं।

यह तो हुई भौतिक गुणोंकी बात। रासायनिक गुणोंकी दृष्टिमे धातुओ ओर अधातुओको एक-दूसरेमे भिन्न करनेवाली चार बातें हैं

(१) अधातुओको हवा या आक्सीजनमे जलानेसे उनके आक्साइड अम्लीय गुण प्रदर्शित करते हैं। परन्तु पानी, कार्बन, डाइआक्साइड और नाइट्रम आक्साइड—जैसे कुछ यौगिकोंका लिटमस पर कोई असर नहीं होता। मतलब यह कि उनके गुण न तो क्षारीय होते हैं ओर न अम्लीय ही। धातुओको इस तरह जलानेसे जो आक्साइड प्राप्त होते हैं वे बेसिक (समाक्षारीय) गुण प्रदर्शित करते हैं। परन्तु जस्ता (जिक) और एल्युमीनियमके आक्साइड उभयधर्मी होनेके कारण अम्लीय और समाक्षारीय दोनों ही गुण प्रदर्शित करते हैं। क्रोमियम ओर मैंगनीज धातुओके आक्साइडो (जिनमे धातुकी संयोजकता ६ और ७के बराबर है)मे Cr_2O_3 ओर Mn_2O_7 अम्लीय गुण होते हैं।

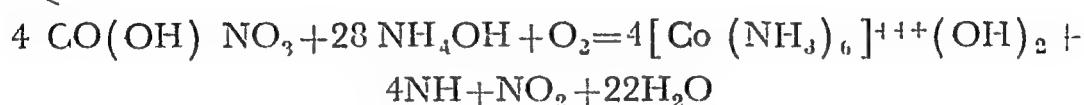
(२) फ्लोरिन, क्लोरिन, ब्रोमिन, आयोडिन हेलोजन कहलाते हैं। इनके यौगिकोंको हैलाइड कहते हैं। इस प्रकारकी अधातुओके हेलोजन-यौगिकोंका पानीमे पूरी तरह विघटन होता है। केवल कार्बन-टेट्राक्लोराइडका पानीमे विघटन नहीं होता। धातुओके हेलोजन-यौगिकोंका पानीमे विघटन हुए बिना ही विगलन हो जाता है। कुछ धातुओके हेलोजन-यौगिकोंका (एण्टिमनी, विस्मय, रॉंगा) पानीके साथ सीमित अंशमे प्रतिकर्ती विघटन होता है। यथा, विस्मय क्लोराइडमे पानी डालनेसे सफेद अवक्षेप (precipitate) पैदा होता है।



पानी डालने पर दाहिनी ओरकी क्रिया ओर HCl मिलाने पर बायी ओरकी क्रिया होती है।

(३) धातुओंके यौगिकोंके किसी विलयनको ले और उसमें विद्युत इलेक्ट्रोड (विद्युदग्र) को रखकर विद्युत पारित करे तो उस विलयनका विद्युत् विच्छेपण (विच्छेदन) होता है। घोलमें आयनके रूपमें रहनेवाला धातुका अग्र ऋणाग्रकी ओर आकर्षित होता है और अधातुका अग्र धनाग्रकी ओर आकर्षित होता है। इसीलिए धातुएँ इलेक्ट्रो-पॉजिटिव अर्थात् विद्युत्-धनात्मक (+) और अधातुएँ इलेक्ट्रो-निगेटिव अर्थात् विद्युत्-ऋणीय (-) कहलाती हैं।

(४) अधातुएँ जटिल लवण (complex salts) प्रदान नहीं करती, परन्तु अपवाद इनमें भी है। बोरॉन (बोरिक अम्लका मूलतत्त्व) और सिलिकॉन (बालूका मूलतत्त्व) KBF_4 , K_2SiF_6 जैसे जटिल लवण बनाती हैं। इसके विपरीत धातुएँ जटिल लवण प्रदान करती हैं, जिनमें धातुका विद्युत्-आवेश कभी धनात्मक तो कभी ऋणात्मक होता है। उदाहरणार्थ कोबाल्ट धातु कोबाल्ट-एमाइन्स प्रदान करती है, जिसमें $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]^{+3}(\text{OH})_3 + 4\text{NH}_3 + \text{NO}_2 + 22\text{H}_2\text{O}$



पोटेशियम फेरोसाइनाइडमें फेरोसाइनाइड $[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ आयन ऋणात्मक विद्युत् आवेश दिखाता है। इस प्रकार रसायनज्ञोंने धातु और अधातुके अन्तरको स्पष्ट करनेके लिए कई प्रयत्न किये, परन्तु उनकी हर व्याख्या और परिभाषामें कोई-न-कोई अपवाद निकल ही आया। इसलिए, धातु और अधातुकी स्पष्ट और निर्णयात्मक परिभाषा संभव नहीं हो पाती थी। परन्तु आधुनिक इलेक्ट्रॉनवादके सुस्थापित हो जानेके बाद धातु और अधातुकी परिभाषाएँ भी बदल गईं।

जिन मूलतत्त्वोंके परमाणुओंमें बाह्य इलेक्ट्रॉनोंकी संख्या १, २, ३ होती है उन सभी मूलतत्त्वोंको धातु माना जाता है। उनका अधातुतत्त्वोंसे संयोग होने पर विद्युत् विलयनमें अपनेसे संयोग करनेवाले परमाणुओंको वे अपने इलेक्ट्रॉन दे देते हैं और धनात्मक विद्युत् आवेश धारण करते हैं। उदाहरणार्थ, सोडियम धातु अपना एक इलेक्ट्रॉन क्लोरिनको देती है इसलिए सोडियम धनात्मक आयन (Na^+) बनती है, और क्लोरिन एक इलेक्ट्रॉन मिलनेसे ऋणात्मक आवेश धारण करती है अर्थात् क्लोरिन ऋणात्मक आयन (Cl^-) क्लोराइड बन जाती है। पानीमें विगलित नमक (NaCl) Na^+ और Cl^- आयन देता है।

अधातु वह है जिसके परमाणुके बाह्य इलेक्ट्रॉन ५, ६, ७ होते हैं और वह संयोग करने वाली धातुके परमाणुसे षेप इलेक्ट्रॉन लेकर अपने बाह्य वर्तुलमें आठ इलेक्ट्रॉनोंकी संख्या पूरी करती है।

इस दृष्टिसे देखने पर भी धातु-अधातुका भेद पूरी तरह स्पष्ट नहीं हो पाता। जिन मूलतत्त्वोंके बाह्य इलेक्ट्रॉनोंकी संख्या चार हो उनका क्या किया जाए?

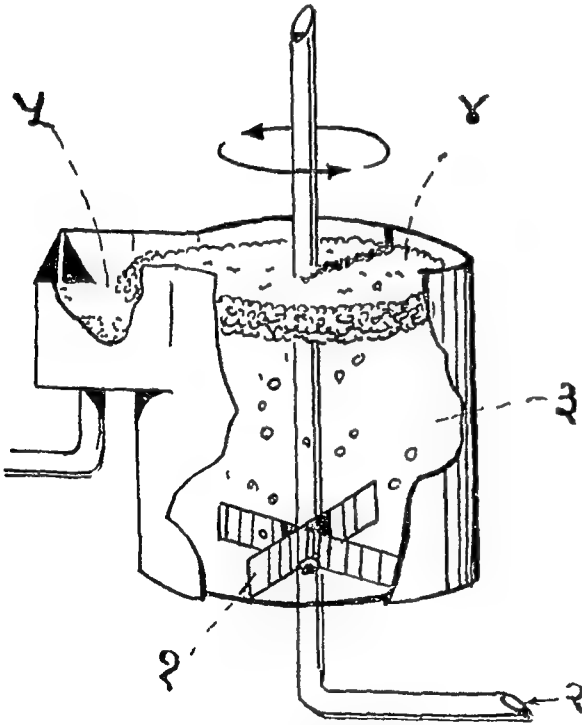
इस अतावडीमें कुछ धातुओंके कार्वधात्विक यौगिक (organometallic compounds) बनाये गए हैं। इन्हें धातुकार्वनिक-यौगिक भी कहते हैं। कई धातु-कार्वनिक-यौगिक पिछले कुछ वर्षोंमें दवाइयों, खेती-बाड़ीके क्षेत्रमें फसलों और पौधोंको हानि पहुँचानेवाले जीव-जन्तुओं एवं फफूँदों (फुगन)के जन्तुनाशक पदार्थों, उद्योगों तथा कलाओंमें एवं पेट्रोलमें 'एण्टिनोक' पदार्थोंके

रूपमें इस्तेमाल किये जाने लगे हैं। इतना ही नहीं, ऊष्मा और रसायन अवरोधक स्वरूपके उत्पादनमें और मकानोंमें पानीके पसीजनेको रोकनेके लिए इंटो पर परत लगानेमें भी उनकी उपयोगिता और महत्त्व प्रमाणित हो चुके हैं। धातु-कार्बनिक-योगिक प्रकृति प्रदत्त नहीं हैं। इनके पेड नहीं होते, प्रशिक्षित, बुद्धिमान, उत्साही अन्वेषको-अनुसन्धानकर्ताओंके अथक परिश्रमके परिणामस्वरूप ये उपलब्ध किये जा सके हैं।

धातु-शोधनकी सामान्य विधियाँ

खनिज पृथ्वीके गर्भसे कच्ची धातुओं (ores)के रूपमें निकाले जाते हैं। इनके साथ मिट्टी, बालू और अन्य विजातीय पदार्थ लिपटे हुए होते हैं। इसलिए खनिजोंमेंसे धातु निकालनेके लिए सबसे पहले उनमें लिपटे हुए विजातीय पदार्थोंको अलग कर खनिजोंको साफ करना पड़ता है। इससे अयस्क (ore)में धातुके अनुपातका सकेन्द्रण या सान्द्रण (concentration) होता है। विजातीय पदार्थोंसे उपयोगी खनिजको पृथक् करना 'धातुक-सँवार' अथवा 'अयस्क-प्रसाधन' (ore dressing) कहलाता है।

खनिज यदि ढोकोके रूपमें हुआ तो उमका चूर्ण करनेके लिए उसे दलित्तो (crushers)में पीसा जाता है। फिर उस चूर्णको पानीमें नियाँरकर उसमें मिली हुई मिट्टी, बालू आदि अपद्रव्योंको निकाल दिया जाता है।



तेल उत्प्लावन विधि

[१ घूमनेवाला पखा, २ हवा, ३ अनुपयोगी कचरा, ४ फेन, ५ सकेन्द्रित कच्ची धातु]

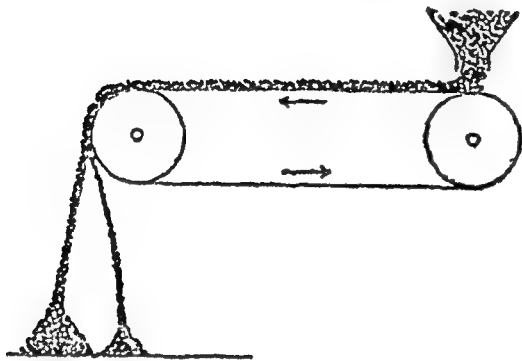
साथमें मिले हुए बालूके कचरेवाले चूर्णको पानीकी सतह पर छिटका जाए तो बालू तुरत गीलित

करई बार अयस्क दो-तीन भिन्न-भिन्न खनिजोंके मिश्रणके रूपमें प्राप्त होते हैं। उनका आपेक्षिक घनत्व भिन्न-भिन्न होनेके कारण घनत्वके अन्तरोंका उपयोग कर उन्हें एक-दूसरेसे पृथक् (विलग) किया जाता है।

ग्रेनाइटमें फेल्स्पार (घनत्व २.५७), अभ्रक (घनत्व २.८५) और क्वार्ट्ज (घनत्व २.६५) होता है। उन्हें विलग करनेके लिए वेनजिन (घनत्व ०.८७९) और मिथिलिन-आयोडाइड (घनत्व ३.३३)के मिश्रणका उपयोग किया जाता है। इसमें ग्रेनाइटका चूर्ण डालनेसे फेल्स्पार उसमें तैरता है, लेकिन अभ्रक और क्वार्ट्ज भारी होनेके कारण पेदीमें बैठ जाते हैं।

करई बार द्रवके पृष्ठ तनाव (surface tension)के अन्तरका उपयोग भी रसायनज्ञ कर लेते हैं। जस्तका खनिज जिंकब्लेण्ड और

होकर नीचे बैठ जाती है। जिक ब्लेण्ड पानीसे गीला नहीं होता और इसलिए पानीसे भारी होते हुए भी सतह पर तैरता रहता है। जिक ब्लेण्ड और सीसेके खनिज गेलिनाका भी इसी प्रकार पृथक्करण किया जा सकता है। इसमें पानीके साथ-साथ कई बार न्यूनाधिक मात्रामे तेलका भी उपयोग किया जाता है, इसलिए इसे तेल उत्प्लावन विधि (oil floatation method) कहते हैं। कुछ विशेष तैलीय पदार्थोंको पानीमें डालकर वायुकी सहायतासे फेन उड़ाया जाता है। कुछ खनिजोंके कण तेल-आवरित हो जाते हैं और फेनके साथ ऊपर आ जाते हैं, शेष अपद्रव्य और अशुद्धियाँ पानी द्वारा गीलित होकर नीचे बैठ जाती है। चुम्बकका



चुम्बकीय पद्धति

उपयोग करके भी खनिजोंको पृथक् किया जा सकता है। रॉंगे (वग)का खनिज टिनस्टोन (घनत्व ६.४ से ७.१) और टंग्स्टन धातुका खनिज वोल्फ्राम (घनत्व ७.१ से ७.९) मिश्रित रूपमें निकलते हैं। दोनोंका घनत्व लगभग एक-जैसा है इसलिए उन्हें तेल उत्प्लावन विधिसे विलग नहीं किया जा सकता। परन्तु टिनस्टोन पर चुम्बकका प्रभाव नहीं होता, वह अचुम्बकीय है। और वोल्फ्राम चुम्बकीय है, इसलिए इस खनिज-मिश्रणके चूर्णको चुम्बकीय वेलन पर घूमने वाले पट्टे पर गिराया जाता है। टिनस्टोन तो सीधा गिरता है परन्तु वोल्फ्राम चुम्बककी ओर आकर्षित होनेके कारण उसका ढेर अलग लगता जाता है। इसे इलेक्ट्रो-मैग्नेटिक अथवा चुम्बकीय विधि कहा जाता है। इस क्रियाके बाद धातु-शोधनका काम आगे बढ़ता है। धातु-शोधनकी कुछ सामान्य विधियोंको भी देख लिया जाए।

स्वर्ण और प्लेटिनम प्रकृतिमें अपनी धातु अवस्थामें—आदि धातुके रूपमें प्राप्त होनेवाली धातुएँ हैं। ताम्र, रजत और पारा-जैसी कुछ धातुएँ भी यदा-कदा असंयुक्त अवस्थामें (आदि धातुके रूपमें) मिल जाती हैं। बाकीकी सभी धातुएँ सामान्यतः आक्साइडों और सल्फाइडों अथवा कार्बोनेटों और सल्फेटोंके रूपमें प्राप्त होती हैं।

खनिजोंमेंसे धातु निकालनेकी विधिको धातु-शोधन कहते हैं।

प्रकृत ताँवा, मोना और प्लेटिनम धातुएँ महीन कणोंके रूपमें प्राप्त होनेसे उन्हें अन्य पदार्थोंसे विलग करना-भर रह जाता है। इसलिए इसमें किसी विशेष प्रकारकी रासायनिक क्रियाकी आवश्यकता नहीं होती।

धातुओंको उनके आक्साइडोंमेंसे शुद्ध स्वरूपमें प्राप्त करनेके लिए उनका अपचयन या अवकरण करना होता है। अवकरणका अर्थ है उनमेंसे आक्सीजनको अलग करना। इस क्रियाके लिए आक्सीजनको आसानीसे ग्रहण कर सके, ऐसे पदार्थोंके साथ उन खनिजोंको गरम किया जाता है। जस्ता, लोहा, मैंगनीज, सीसा, ताँवा आदि धातुओंके आक्साइड कोयलेमें मयोज करके कार्बन टाट-आक्साइड बन जाते हैं और खनिजोंसे धातु पृथक् हो जाती है। इस क्रियामें तेजी लानेके लिए कभी-कभी नुहागा, चूना आदि गालक (flux) मिलावनेकी जरूरत होती है। टंग्स्टन और मैंगनीजसे अधिक अणुभारवाली धातुओंका आक्सीन्यूनीकरण करनेमें कोयला काम नहीं देता, इसलिए उन्हें

लूव गर्म करके उनमें हाइड्रोजन पारित किया जाता है। हाइड्रोजन वातु-आक्साइड के आक्सीजन में संयोग करके वाष्प के रूप में पानी बन जाता है और वातुएँ पृथक् हो जाती हैं।

क्रोमियम, मैंगनीज, मालिब्डेनम, वेनेडियम आदि कुछ वातुओं का आक्सीनीकरण न तो कार्बन से हो पाता है और न हाइड्रोजन से ही। ऐसी वातुओं के शोधन के लिए उनके खनिजों को एल्यूमीनियम के चूर्ण के साथ तपाया जाता है। इस विधि को थर्मिट की तापोपचार विधि (Thermite Process) कहते हैं। कभी-कभी एल्यूमीनियम के चूर्ण के बदले मैंगनीयम या मिश्रमेटल (mischmetal) का भी उपयोग किया जाता है।

यहाँ अत्यधिक ताप की आवश्यकता होती है वहाँ विद्युत् भट्टियों का उपयोग किया जाता है।

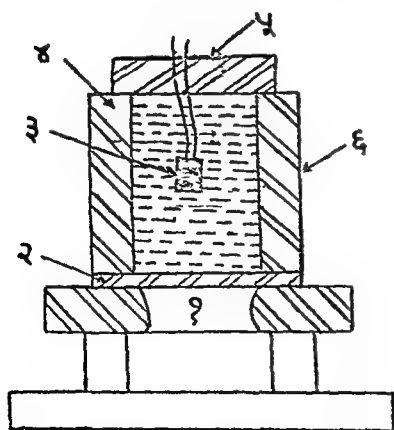
सल्फाइड के रूप में प्राप्त होने वाली कच्ची वातु का हवा में भर्जन—मिकाव (roasting) करने में सल्फर या नी गन्धक हवा की आक्सीजन से संयोग करके वातु को पृथक् कर देता है। इसके अतिरिक्त अनेक खनिजों का पानी या अन्य किसी द्रव या किसी अन्य पदार्थ के रस में आवश्यक ताप पर विलयन बनाकर उसमें विद्युत् पारित करने से विद्युत् विश्लेषण (विच्छेदन) के द्वारा शुद्ध वातु प्राप्त की जाती है। सोडियम, पोटेशियम, एल्यूमीनियम और अन्य कई वातुओं के क्लोराइड से विद्युत् विश्लेषण के ही द्वारा वातुओं का निस्सारण (extraction) किया जाता है।

कुछ वातुओं के निस्सारण के लिए विविध विधियाँ काम में लानी पड़ती हैं। निकल को विशुद्ध रूप में प्राप्त करने के लिए कार्बन मोनो आक्साइड गैस के साथ उसका संयोग करने से निकल कार्बोनिक नामक द्रव बनता है, जिसका ऊष्मा के द्वारा विघटन करने से शुद्ध निकल तैयार हो जाता है। यह विधि माॅण्ड की विधि के नाम से विख्यात है।

इस प्रकार रसायनज्ञोंने वातु-शोधन की कई भिन्न-भिन्न विधियाँ विकसित की हैं। उद्योगों में उनका समुचित उपयोग किया जाता है और विश्व की वातु-सम्पन्धी माँग को पूरा किया जाता है।

धातु-कर्म की अभिन्न विधियाँ

धातुओं का शोधन कर लेने मात्र से उससे बनने वाली चीजें तैयार नहीं हो जाती। विविध प्रकार के उपयोग के अनुसार वातु पर अनेक प्रकार की क्रियाएँ करनी पड़ती हैं। एक छोटी सी आल-



धातु-कर्म की विस्फोटक विधि

[१ ठपा (डाई), २ धातु की चादर (प्लेट), ३ पानी से भरी हुई पोलिथिलिन की थैली में विस्फोट पदार्थ, ४, ५, ६ धातु के वजनी निपिण्ड (ब्लॉक)।

पीन बनाने में ही कई प्रक्रियाएँ अपनायी पड़ती हैं। तार बनाना, एक-जैसे टुकड़े करना, छोर दबाकर

मत्था बनाना, नोक तैयार करना, पालिश करना आदि। छोटे-बड़े यंत्रोंके पुर्जे बनानेमें कहीं पर छेद करना पड़ता है और किसी हिस्सेकी ढलाई भी करनी पड़ती है।

कुछ धातुएँ सख्त होती हैं। उन पर काम करनेके लिए उनसे भी सख्त धातुओंके औजारोंकी जरूरत होती है। ऐसी सख्त धातुओंके बने औजार बार-बार खिर जाते हैं। कुछ मिश्र धातुएँ इतनी कड़ी होती हैं कि उन पर काम करना बहुत ही मुश्किल और खर्चीला होता है। कामके दौरान उत्पन्न होनेवाली गर्मीके कारण ऐसी मिश्र धातुओं के गठनमें ढीलापन आ जाता है, जिससे नई-नई परेशानियाँ खड़ी हो जाती हैं और समय भी बहुत अधिक लग जाता है।

इन सब कठिनाइयोंके कारण वैज्ञानिकोंको धातु-कर्मके लिए नई-नई विधियाँ आयोजित करनी पड़ती हैं अथवा पुराने जमानेकी भूली हुई विधियोंको पुनर्जीवित करना पड़ता है। फिर धातुओंको आकार प्रदान करनेके लिए पराश्रव्य (कर्णातीत) तरंगों, लासर किरणों, इलेक्ट्रॉन किरणों आदि आधुनिक आविष्कारोंका भी उचित उपयोग किया जाता है।

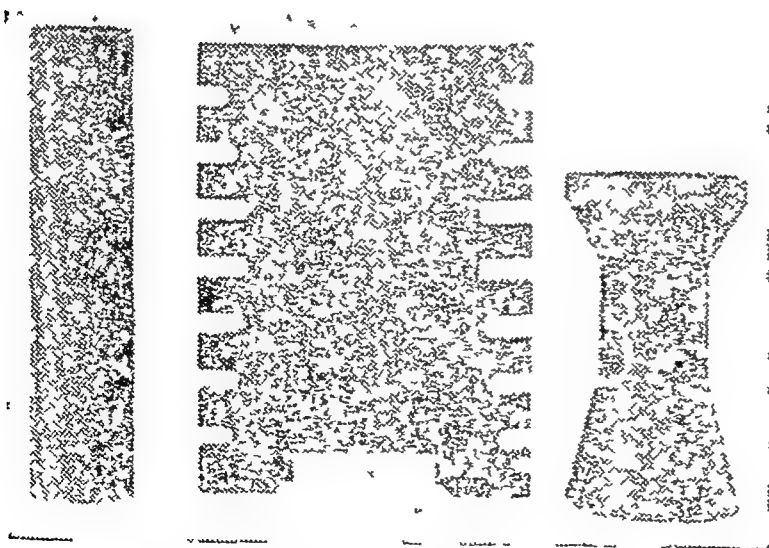
धातुकर्मकी नवीनतम विधियोंमें विस्फोटक पदार्थोंका उपयोग, चूर्ण (पाउडर) विधि और विद्युत्-रासायनिक (इलेक्ट्रो-केमिकल) मशीनियरिंग प्रमुख हैं।

यांत्रिक सामग्रियोंमें कुछ स्थानों पर रिबेट लगानेके लिए विस्फोटक पदार्थोंका उपयोग किया जाता है। मजबूत टकीमें पानी या तेलकी सतह पर ठीक तरहसे जमाकर रखी हुई धातुकी चादरके ऊपर ठप्पे या साँचे (डाई)को रख कर उचित प्रकारके विस्फोटकका प्रस्फोट करनेसे टकीके अन्दरके द्रव पर एक-सा दबाव पड़ता है और उस दबावके कारण धातुकी चादर साँचेमें अच्छी तरह दबकर साँचेके अनुरूप आकृति ग्रहण कर लेती है। यह विधि अभी अपने आरम्भिक रूपमें है, परन्तु दिनोदिन विकसित होती जा रही है।

चूर्ण-धातु कर्ममें धातुओंके चूर्णसे धातुकी छोटी-बड़ी चीजे बनाई जाती हैं। इस विधिमें धातुका चूर्ण बनाकर उसे यथावश्यक आकृतिमें ठोस धातुमें बदलना होता है। प्रचलित विधियोंमें इस नई विधिने खूब ध्यान आकर्षित किया है और लोगोंकी रुचिके साथ-साथ दिनोदिन इसका प्रचलन भी

बढ़ता जाता है। यह कहा जा सकता है कि समयके साथ चूर्ण-धातु शोधन-विधि बहुत महत्त्वपूर्ण हो जाएगी।

वैसे धातुओंके चूर्ण या चूरेसे धातु बनानेकी विधि बहुत पुराने समयसे चली आती है। दक्षिण अमेरीकाकी इन्का सभ्यताके समयके बने हुए सोने-चाँदीके बहुतसे आभूषण मिले हैं। प्रकृतिमें मिलनेवाले प्लेटिनम धातुके चूर्णसे धातु बनानेके लिए १८वीं सदीके अन्तमें यूरोपमें



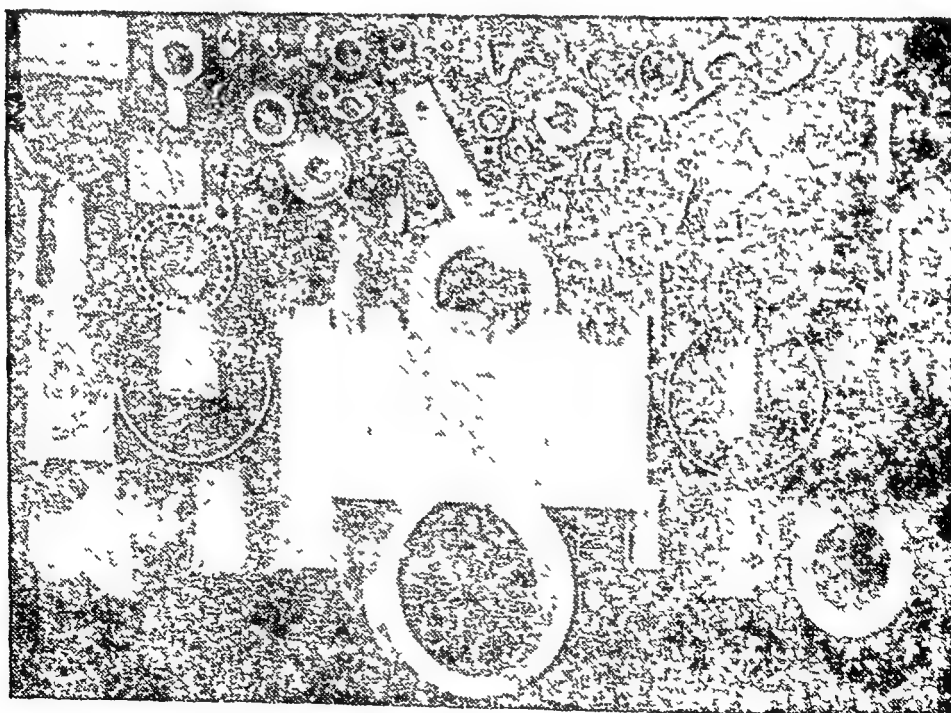
विस्फोटक विधिसे बनाई हुई धातुकी चीजे

चूर्ण-धातुशोधन-विधि काममे लाई जाती थी। इस विधिसे थोड़ी मात्रामे कुछ किलोग्रामके धातुके नमूने बनाये जा सकते हैं। वैसे १६०० वर्ष पूर्व दिल्लीमे कुतुबमीनारके ममीय निर्मित लोहस्तम्भ (६-७ टन वजनका) लोहेके चूर्णसे ही बनाया गया था।

चूर्ण-धातुशोध विधिका पहला आधुनिक प्रयोग विजलीके लट्टमे काम आनेवाले धातुके महीन तार बनानेमे किया गया। ऑस्मिसम धातुके चूर्णसे पहले-पहल इस धातुका महीन तार बनाया गया। इसी प्रकार टंगस्टन, वेनेडियम, जिकॉनियम, टेण्टालम और अन्य धातुओ पर भी चूर्ण-धातुशोधकी यह विधि लागू की गई। इनमे भी सबसे पहले टेण्टालम धातुका महीन तार बनाया गया था। इसके बाद कुलीजने यह खोज की कि टंगस्टनके चूर्णसे बनाई हुई टंगस्टन धातुको एक खास ताप पर गर्म करे तो ठण्डे होने पर सामान्य ताप पर भी उसके तार खींचे जा सकते हैं। इस प्रकार वह अपनी तन्व्यताको बनाये रखती है, इसीलिए इस धातुका उपयोग किया गया।

सहज ही प्रश्न उठता है कि धातुका चूर्ण बनानेकी आवश्यकता ही क्या है? धातुको गलाकर उससे चीजे बनानेकी प्रचलित विधिसे इसमे क्या विशेषता है?

टंगस्टन जैसी कुछ धातुओको गलाकर द्रव बनानेके लिए अत्यन्त ऊँचे तापकी जरूरत होती है, लेकिन उनका चूर्ण बहुत आसानीसे बनाया जा सकता है। फिर चूर्णके रूपमे उपयोग करनेसे अपव्यय भी नहीं होता, आवश्यकतानुसार ही उपयोग होता है। और इस विधिसे धातुकी तैयार चीजे आसानीसे बनाई जा सकती है।

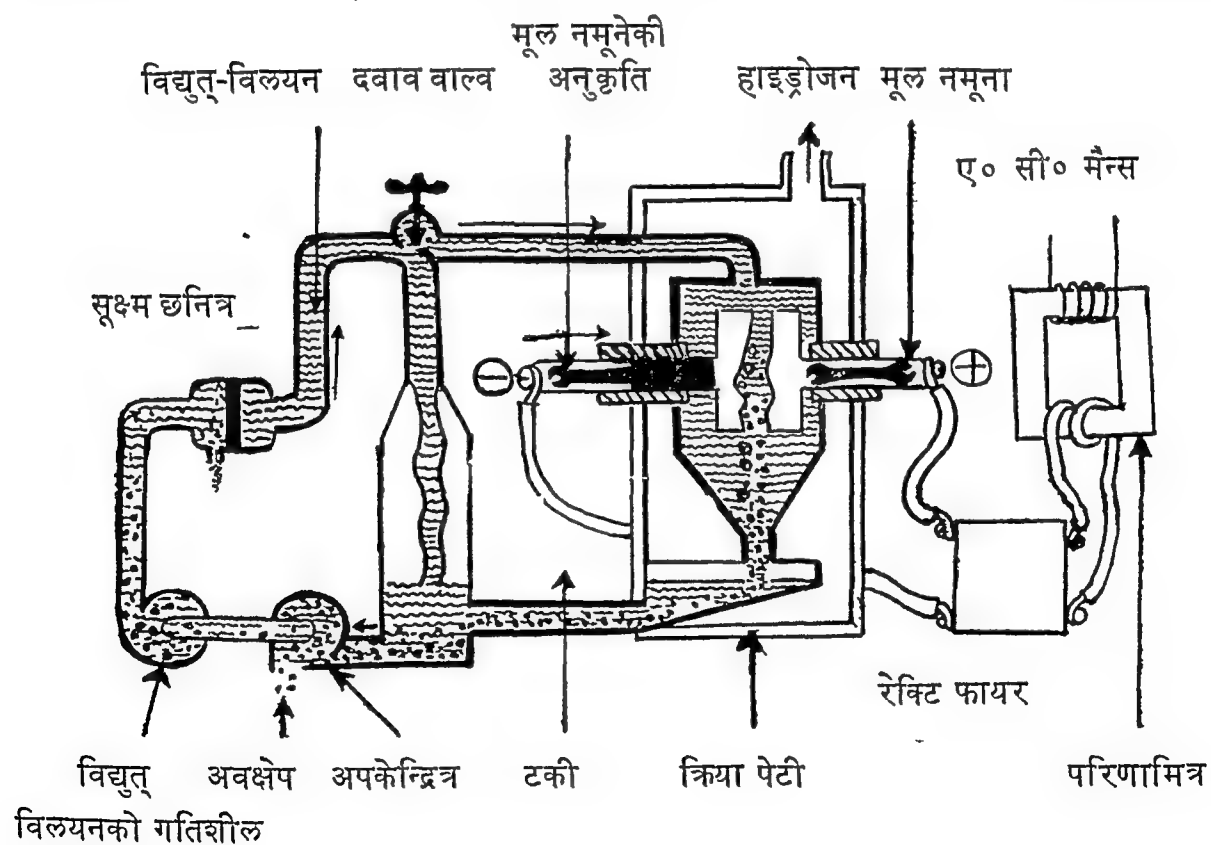


चूर्ण विधिसे बने यांत्रिक पुर्जे

इस विधिमे धातुको पीसकर या विद्युत्-विश्लेषण विधिसे उसका चूर्ण बनाया जाता है। धातुके इस चूर्णको मनचाहे साँचेमे खूब जोरका दाब दिया जाता है। दाबके कारण चूर्ण आपसमे सिमट

और चिपककर साँचेके आकारकी पूरी चीज बन जाती है। उसे सख्त बनानेके लिए भट्ठीमे तपाया जाता है। धातुके गलनाकसे कुछ ही कम ताप तक गर्म करनेसे उस वस्तुका चूर्ण आपसमे मजबूतीसे चिपककर पूरी वस्तु बन जाती है।

१९३० ईसवीमे व्लाडीमीर गुस्सेफने एक खास प्रकारकी विधिको पेटेंट (एकस्व) करवाया, जो धातु कर्मकी इलेक्ट्रोकेमिकल (विद्युत्-रासायनिक) मशीनियरिंग विधिके नामसे प्रख्यात है। संक्षेपमे इसे ई० सी० एम० कहते हैं। विद्युत्-विश्लेषणके द्वारा धातुओ पर मुलम्मा (कलई चढ़ाना) किया जाता है, उसीसे मिलती-जुलती यह विधि है। इसमे भी द्रव विद्युत्-विलयन (घोल), धनाग्र (ऐनोड) और ऋणाग्र (कैथोड) होते हैं। सामान्यतः विद्युत् विलयनमे विद्युत् पारित करनेसे धनाग्र पर रखी हुई धातुका क्षरण (छीजन) होकर विद्युत्-विलयनमे आता है और विद्युत्-विलयनमेसे धातुका अवक्षेपण ऋणाग्र पर होता है। परन्तु ई० सी० एम० विधिमे मुलम्मा चढ़ाना नहीं होता, उलटे, इस बातकी सावधानी रखना पड़ती है कि कहीं ऋणाग्र पर अवक्षेपण न होने लगे। धनाग्र पर रखी हुई धातुके टुकड़ेके स्थान-विशेषसे ही धातु विद्युत्-विलयनमे आये, यह सावधानी भी रखनी पड़ती है। ऋणाग्रके रूपमे रखे हुए औजारके ठीक अनुरूप ही आकार-प्रकार, गड्ढा, कटाव और छेद आदि धनाग्र पर उभरना चाहिए और ऋणाग्रकी तरह प्रयुक्त औजार पर अवक्षेपण न होकर उसे यथावत् रहना चाहिए। साथ ही, इस विधिमे विद्युत्के बहुत तेज और उच्च आवेशकी जरूरत पड़ती है, जिससे काफी उच्च ताप पैदा होता है और उस तापके कारण विद्युत्-विलयनका वाष्पायन हो



विद्युत् विलयनको गतिशील रखनेवाला पम्प ई० सी० एम० विधिसे किया जानेवाला धातु कर्म

जाता है। फिर इस क्रियाके दौरान उत्पन्न होनेवाली गैसें भी सरल रीतिसे चल रही रासायनिक क्रियामे कठिनाइयाँ पैदा कर देती हैं। इन कठिनाइयोंको दूर करनेके लिए दो बुनियादी परिवर्तन

आवश्यक है। एक तो ई० सी० एम० में विद्युत्-विश्लेष्यको सतत गतिशील रखना चाहिए, और दूसरे, उसे खूब तेजीसे यांत्रिक छनित्रसे छान लेना चाहिए। इससे क्रियामे स्कावट डालनेवाले पदार्थ दूर हो जाएँगे और विद्युत्-विश्लेष्यके लगातार घूमते रहनेसे उच्च विद्युत् आवेशसे उत्पन्न होनेवाली गर्मी छँट जाएगी।

विद्युदग्रोके बीच बढ़ती हुई दूरीकी समस्या ऋणाग्रको धीरे-धीरे धनाग्रकी ओर बढ़ाते रहनेसे हल हो जाती है। इससे दोनोंके बीचका फामला हमेशा एक-जैसा बना रहता है और क्रिया भी निरन्तर चालू रहती है।

धातुकी अन्तिम आकृति ऋणाग्रकी आकृति और धनाग्र एव ऋणाग्रके बीचके अन्तर पर निर्भर करती है। धनाग्र और ऋणाग्रके बीचके अन्तरको अत्यन्त परिशुद्धतासे नियन्त्रणमें रखना पड़ता है। यदि वे तेजीसे एक-दूसरेके समीप आ जाते हैं तो विद्युत्-चाप (a.c.) उत्पन्न होनेका भय रहता है, जिससे मूल्यवान उपकरण नष्ट हो जाते हैं। यदि अन्तर बढ़ता गया तो ओजार निर्धारित आकार-प्रकार ग्रहण नहीं कर पाता। इसलिए द्रवचालित पद्धतिसे बराबर उसका नियन्त्रण किया जाता है। ऋणाग्र और धनाग्रके फासलेमें जरा-सा भी फर्क पड़नेसे विद्युत्-विश्लेष्यके दबावमें अन्तर आ जाता है, जिससे द्रवचालित नियन्त्रणकी त्रुटि फौरन पकड़में आ जाती है।

इस प्रकार ई० सी० एम० विधि द्वारा एक ही प्रक्रियामे धातुको मनचाहा आकार प्रदान किया जा सकता है। प्रचलित विधिके विपरीत इस विधिमें औजार और धातुके बीच सीधा सम्पर्क न होनेमें औजार घिसता नहीं है, केवल फोटोग्राफकी निगेटिव फिल्मका काम करता है। इसमें धातुकी कठोरता (कडेपन) का कोई महत्व नहीं, क्योंकि न तो छीलने, न काटने और न ही छेदनेकी जरूरत होती है। फुर्ती, कार्यविधिकी सरलता और परिशुद्धताके कारण मशीनके पुर्जोंको समग्र रूपमें तैयार करनेमें ई० सी० एम० की उपयोगिता स्वयंसिद्ध है।

लेकिन इससे यह मान बैठना कि ई० सी० एम० धातुशोधनकी सभी प्रचलित विधियोंका स्थान ले लेगी, गलत होगा। इस पद्धतिकी भी अपनी कुछ सीमाएँ हैं। बहुत बड़े आकारकी चीजे इस विधिसे बनाना मुश्किल है। इसलिए ई० सी० एम० और सभी प्रचलित विधियाँ विविध व्यावहारिक उपयोगोंकी दृष्टिसे अपना-अपना योगदान करती रहेगी।

स्वर्ण, रजत, प्लेटिनम

स्वर्ण, रजत और प्लेटिनम—ये तीनों कीमती धातुएँ हैं। इनका उपयोग सिक्के तथा गहने बनाने और वैज्ञानिक क्षेत्रमें होता है। ये तीनों प्रकृतिमें अविकाशित स्वतन्त्र अवस्थामे प्राप्त होती हैं। ये तीनों धातुएँ अन्य धातुओंके मिश्रणमें भी दिखाई देती हैं। स्वर्णको धातुओंका राजा कहा जाता है। रासायनिक दृष्टिसे अत्यन्त उदासीन-अक्रियाशील होनेके कारण इसे जग नही लगता और लम्बे समय तक इसकी चमक और आभामें कोई अन्तर नहीं आता। इसीलिए रसायनमें इसे 'श्रेष्ठ धातु' कहा जाता है। अपनी लुभावनी चमक, स्वाभाविक सुन्दरता और गढ़नमें सरलताके कारण इसने आदि-मानवका ध्यान अपनी ओर आकर्षित किया होगा और शोभा एव श्रृंगारकी वस्तुएँ बनानेमें इसका उपयोग होने लगा होगा। काहिराके सग्राहल्लेयमें रखे हुए सुन्दर गहने, चूड़ियों, कड़ो, अँगूठियों आदिसे पता चलता है कि श्रृंगारिक वस्तुओंके रूपमें सोनेका उपयोग ई० पू० ३००० में मिस्रवासियोंको ज्ञात था।

स्वर्ण यो तो प्रकृतिमें अत्यन्त व्यापक रूपसे फैला हुआ है, लेकिन विशेष रूपसे दक्षिण अफ्रीका (ट्रान्सवाल), रूस, अमरीका और कॅनाडामें अधिक मात्रामें पाया जाता है। भारतमें मैसूर और कोलारकी सोनेकी खानें प्रसिद्ध हैं। पुराने समयमें, वर्षाकालमें, बारिशसे धुली हुई जमीनमेंसे कुछ लोग मिट्टी छान-निथारकर सोनेकी किरचें इकट्ठी किया करते थे। लेकिन श्रमकी दृष्टिसे इसमें लाभ बहुत कम होता है, इसलिए अब तो अधिकांश सोनेकी शिलाओंमेंसे ही सोना निकाला जाता है। कोलारमें स्वर्ण चकमकके साथ उसके चूर्णरूपमें मिला हुआ निकलता है। यह स्वर्णमय चकमक पृथ्वीके गर्भमें ठेठ आठ हजार फुट नीचेसे निकाला जाता है।

स्वर्ण वजनमें भारी होनेके कारण इस स्वर्णमय चकमकको कूट-पीटकर बनाया हुआ चूरा पानीके प्रवाहमें धोनेसे मिट्टी इत्यादि बह जाते हैं और सोना नीचे रह जाता है। इस क्रियाके दौरान उसमें पारा डाला जाता है और सोनेका पारेके साथ पारद मिश्रण बनता है, जिसे इकट्ठा कर सोनेको शुद्ध कर लिया जाता है। बहुत ही अल्प मात्रामें जो सोना धोवनके साथ चला जाता है उसे भी धोवनमें पोटेशियम सायनाइड नामक रसायन मिलाकर, क्योंकि सोना सायनाइडसे संयोजित हो जाता है, और फिर जस्तेसे पृथक् करके शुद्ध कर लिया जाता है।

सोनेकी शुद्धता—विशुद्धि, 'फाइननेस'—हजारके हिसाबसे आंकी जाती है। उदाहरणके लिए ८०० 'फाइन' सोनेमें ८ भाग स्वर्ण और २ भाग अन्य धातुएँ रहती हैं। 'वल्ल', 'वाल' या 'बानी'के द्वारा भी सोनेकी शुद्धता दिग्दर्शित की जाती है। सोलहवल्लु, सोलहवाल या सोलहबानी सोनेका मतलब एकदम शुद्ध सोना होता है। बारह बानी या बारह वाल (वल्लु) सोनेका यह मतलब हुआ कि उसमें चार बानी या वाल (वल्लु) अन्य धातुका मिश्रण है। कहीं-कहीं सोनेकी शुद्धताको व्यक्त करनेके लिए 'टच'का भी उपयोग किया जाता है। सौ टचका सोना शत प्रतिशत शुद्ध होता है। गुणवत्ताकी दृष्टिसे २४ 'कैरेट'का सोना शुद्ध माना जाता है। इसलिए $1000 \text{ 'फाइननेस'} = 16 \text{ 'बानी'} (\text{वाल-वल्लु}) = 100 \text{ टच} = 24 \text{ कैरेट}$ यानी एकदम शुद्ध सोना हुआ।

रजत—गहने बनाने और गढाईकी दृष्टिसे रजत (चादी) सोनेसे दूसरे क्रम पर आता है। ई० पू० ४००० वर्ष पहलेके बने चाँदीके गहने खालिडयाकी गाही कब्रमेंसे मिले हैं। कुछ देशोंमें चादीको सोनेसे भी कीमती समझा जाता है।

प्रकृतिमें रजत स्वतन्त्र धातुके रूपमें और अन्य धातुओंके मिश्रणके रूपमें भी मिलता है। अफ्रीकाकी सोनेकी खानोंसे जो स्वर्ण निकलता है, उसमें लगभग १० प्रतिशत रजत संयुक्त धातुके रूपमें रहता है। दुनियामें निकाला जानेवाला आधेसे अधिक रजत चाँदीकी खानोंमेंसे नहीं, बल्कि सीसे, जस्ते और ताँबेके खनिजोंमेंसे उन-उन धातुओंको निकाल चुकनेके बाद बाकी बचे अपद्रव्योंसे प्राप्त किया जाता है। यह अन्दाज लगाया गया है कि इस प्रकार निकाला जाने वाला रजत चाँदीकी खानोंसे निकाले जानेवाले रजतकी कुल मात्रासे कहीं अधिक होता है। दुनिया-भरमें मेक्सिकोमें सबसे अधिक रजत निकलता है। उसके बाद अमरीकाका नम्बर आता है। भारतमें कहीं भी रजत नहीं निकलता। बर्मामें अवश्य चाँदीकी खानें हैं।

गहनो और सिक्कोंके अतिरिक्त चाँदीके विश्व-उत्पादनका चतुर्थांश कला-कारीगरी और

१ इन लोगोंको न्यारिया, धूलिये, धूलधोवने अथवा धूलागर कहा जाता था।

उद्योगोमे काम आता है। सिने-उद्योगके विकासके बाद फोटोग्राफीमे चाँदीके उपयोगमे बहुत वृद्धि हुई है। अमरीकामे सरकारी कोष-विभाग (ट्रेजरी)के बाद चाँदीका सर्वाधिक उपयोग कोडककी फिल्मे बनानेवाली रसायनशाला (लेबोरेटरी) ही करती है। चाँदीके विविध क्षार, दवाओके रूपमे भी काम आते हैं—खासतौर पर सिल्वर नाइट्रेट। एक करोड़ भाग पानीमे केवल एक ही भाग रजत हो तो भी उस पानीके सब कीटाणु नष्ट हो जाते हैं, ऐसा दावा किया जाता है। सम्पन्न हिन्दू परिवारोमे चाँदीके बरतनसे पानी पीनेकी प्रथा सम्भवतः इसी विश्वास पर आधारित होनी चाहिए। प्रशीतको (रेफ्रिजरेटरो), विमानो आदिके लेप (Coating)मे रजत-रेणुका उपयोग होता है। दाँत भरनेके लिए भी चाँदी काम आती है। सादे काँच-सा दीखने-वाला शीशा (दर्पण, आरसी) बनानेके लिए चाँदीका उपयोग किया जाता है। चाँदी विद्युतकी सुसवाहक है इसलिए विजलीके बहुतसे उपकरण बनानेमे भी उसका उपयोग होता है।

XXIII : I take the freedom to inclose to you an account of a *Semetal* called *Platina di Pinto*, which, so far as I know, hath not been taken notice of by any writer on minerals. Mr Hill, who is one of the most modern, makes no mention of it. Prefuming therefore that the subject is new, I request the favour of you to lay this account before the R S to be by them read and published, if they think it deserving those honours. I should sooner have published this account, but was ed. in hopes of finding leisure to make further experiments on this body with sulphureous and other cements, also with Mercury, and several corrosive *menstrua*. But these experiments I shall now defer, till I learn how the above is received. The experiments which I have related were several of them made by a friend, whose exactness in performing them, and veracity in relating them, I can rely on. However, for greater certainty, I shall myself repeat them.

Wm. Watson, F R S
Dec 13 1750
Dated Whitehaven, Dec 5, 1750.

प्लेटिनमकी खोज

प्लेटिनम—हिन्दी रसायनशास्त्रमे प्लेटिनमके लिए 'श्वेतस्वर्ण' शब्दका प्रयोग किया जाता है। गर्मी अथवा सदीमे, शुद्ध या अशुद्ध हवाके वातावरणमे प्लेटिनम पर किसी प्रकारका कोई असर नहीं होता।

१७३८ ईसवीमे कोलम्बियाके निक्षेपोमेसे यह स्वर्णके साथ मिला और इसे स्वर्णसे पृथक् किया गया। १९वीं सदीके अन्त तक कोलम्बियाकी खाने ही दुनियाको प्लेटिनमकी आपूर्ति करती थी।

रूस (युराल प्रदेश), कैलिफोर्निया, ब्राजील, बोर्नियो और आस्ट्रेलियामे भी प्लेटिनमके निक्षेप हैं। पूरी एक शताब्दी तक रूसने प्लेटिनमकी माँगकी लगभग ९६ प्रतिशत और शेष ४ प्रतिशत पूर्ति कोलम्बियाकी खानोने की थी। अब कैनाडाकी निकलकी खाने सारी दुनियाकी प्लेटिनम सम्बन्धी माँगको पूरा करती है।

पैलेडियम, आस्मियम, इरीडियम, रुथेनियम और रेडियम—इन पाँच धातुओके साथ प्लेटिनम मिलता है। इनके अतिरिक्त सोना और लोहा भी उसके साथ रहता है। ये धातुएँ महीन कणो या रवोके रूपमे मिलती हैं।

प्राकृतिक प्लेटिनमको पारेके साथ मिलाकर पहले उसमेसे सोना निकाल लिया जाता है। फिर हाइड्रोक्लोरिक और नाइट्रिक अम्लोके मिश्रण (ऐक्वा रेजिया—अम्ल राज)मे छाना

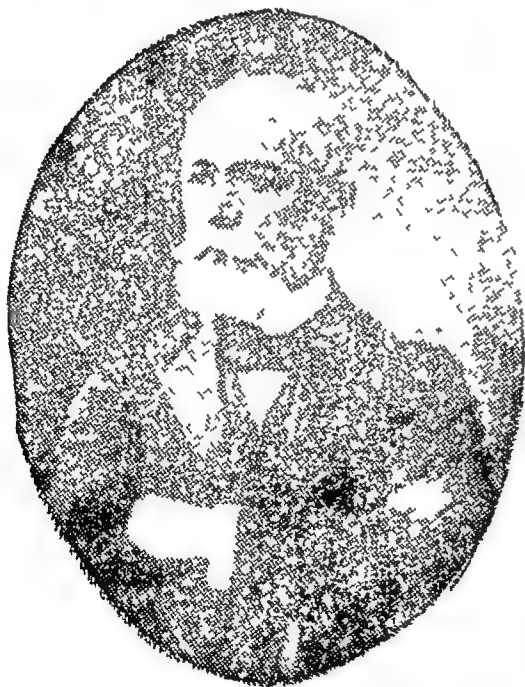
जाता है। इस क्रियासे आस्मियम और इरीडियम पृथक् हो जाते हैं। अब प्लेटिनम अपने क्षार क्लोराइडके रूपमें रह-जाता है। इस क्षारको गर्म करनेसे प्लेटिनम धातु पृथक् हो जाती है, जिससे शुद्ध प्लेटिनम बनाया जाता है। प्लेटिनमको कार्बन और फास्फोरसके साथ गर्म करनेसे वह भगुर हो जाता है। प्लेटिनमका खास उपयोग आभूषणोंमें (३६ प्रतिशत), दाँतके काममें (२३ प्रतिशत), बिजलीके उद्योगमें (२२ प्रतिशत) और रासायनिक उद्योगोंमें (१४ प्रतिशत) तथा फुटकर कार्योंमें (५ प्रतिशत) होता है।

प्लेटिनम और काँचका प्रसार-गुणांक (coefficient of expansion) लगभग एक ही जैसा होनेके कारण गर्म काँचमें प्लेटिनमको बिठानेके बाद ठण्डे हो जाने पर काँचके टूटने अथवा कमजोर पडनेका भय नहीं रह जाता। बिजलीके लट्टूमें लगनेवाले महीन तार पहले प्लेटिनमके बनाये जाते थे, लेकिन बहुत कीमती होनेके कारण उसका उपयोग बन्द करना पडा। अब निकल-लोहेकी मिश्र धातु 'प्लेटिनाइट'का उपयोग किया जाता है। इसमें ४२ या ४६ प्रतिशत निकल और शेष लोहा रहता है।

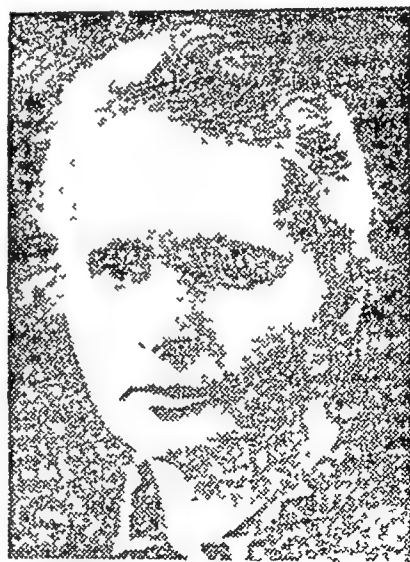
यूरेनियम, रेडियम और जर्मेनियम

विनाशक परमाणु बम बनानेमें काम आनेवाले यूरेनियमका नाम सभी जानते हैं। परमाणु-भारके आरोही क्रममें ९२ मूलतत्त्वोंमें यूरेनियमका परमाणुभार सबसे अधिक (२३८.०७) है।

रासायनिक दृष्टिसे वह टंग्स्टनसे मिलता है। यूरेनियमके क्षारोंका उपयोग मुख्यतः रंगीन काँच बनानेमें किया जाता है। गजबल्ली (कान्तिसार लोहा) बनाते समय थोड़ा-सा यूरेनियम



एण्टोइन हेनरी बैकवेरल (१८५२-१९०८)
[यूरेनियमकी रेडियधर्मिताका आविष्कारक]



मेरी क्यूरी (१८६७-१९३५)
[रेडियमकी आविष्कर्त्री]

मिलानेसे जो फेरो-यूरेनियम तैयार हुआ, उसके गुणोंके अध्ययनने विज्ञानके इतिहासमें एक नया अध्याय ही शुरू कर दिया। १८९६ ई०में बैकवेरलने यह खोज की कि यूरेनियम और उसके

क्षारोमे विशिष्ट प्रकारकी किरणोके विकिरणका अद्भुत गुण होता है। फोटोग्राफिक प्लेटको काले कागजसे सुरक्षित रूपमे ढँककर यूरेनियम अथवा उसके क्षारोके पास रख देनेसे उसपर चित्र लेने-जैसा प्रभाव होता है। अगर उसके पास विद्युद्दर्शी (electro-scope) रखा हो तो उसमेसे विद्युत्-आवेश चला जाता है। थोरियम, रेडियम और पोलोनियममे भी ऐसे ही गुण होते हैं। ऐसे पदार्थोको रेडियो-एक्टिव (radio-active) अर्थात् रेडियधर्मी अथवा विकिरण-शील कहा जाता है। उनके परमाणुओसे खास प्रकारकी किरणें निकलती हैं।

वैकवेरलकी खोजके बाद मादाम मेरी क्यूरीने यह खोजकी कि यूरेनियमका खनिज (पिचब्लैण्ड) शुद्ध किये हुए यूरेनियमसे भी अधिक रेडियधर्मी होता है, इसलिए उसमे कोई अज्ञात विकिरणशील तत्त्व होना चाहिए। तीन-चार साल तक अनवरत शोध-खोज करनेके बाद उन्होंने उसमेसे जिस मूलतत्त्वको पृथक् किया वह रेडियम नामसे जाना जाता है।

रेडियम—रेडियम प्राप्त करनेका साधन भी यूरेनियमका खनिज पिचब्लैण्ड ही है। उसमेसे ३० लाख भाग यूरेनियमके अनुपातमे केवल एक भाग रेडियम निकाला जा सकता है। पहले तो वेल्जियम अधिकृत अफ्रीकाकी खाने दुनियाको यूरेनियमकी आपूर्ति करती थी। परन्तु १९३०मे कॅनाडामे ग्रेट वेर लेककी प्रसिद्ध खानोका पता चला। अमरीकाके पश्चिमी हिस्सेमे भी यूरेनियमके खनिज मिलते हैं। चेकोस्लोवाकियाके खनिजोसे यूरेनियम बहुत कम मात्रामे प्राप्त होता है। भारतमे भी यूरेनियमके निक्षेप विहारमे मिले हैं।

वैज्ञानिक शोध-खोजमे रेडियम बहुत ही महत्त्वपूर्ण साबित हुआ है। परमाणुके अविभाज्य और अविनाशी होनेकी पुरानी मान्यता अब खत्म हो गई है और उसके स्थान पर यह बात मानी जाने लगी है कि परमाणुकी संरचनामे इलेक्ट्रॉन, प्रोटॉन और न्यूट्रॉन कण होते हैं। इतना ही नहीं, यह भी प्रमाणित हो चुका है कि इन कणोकी सख्यामे परिवर्तन करनेसे नये मूल तत्त्वोके परमाणु बनावे जा सकते हैं।

रेडियमके चिकित्सा-सम्बन्धी उपयोग—कैंसर और अन्य रोगोकी रेडियम-चिकित्सा तो प्रायः सभीको मालूम है। रेडियममेसे क्ष-किरणोके समान गुणोवाली गामा किरणें उत्सर्जित होती रहती हैं उन्हीं किरणोमे उपर्युक्त बीमारियोको मिटानेके गुण हैं।

लेकिन शुद्ध रेडियमको निकाल पाना बहुत ही मुश्किल है। आज सारी दुनियामे केवल ५००से १००० ग्राम रेडियम होगा। रातके समय देखे जा सकनेवाले घडियोके डायलोके अकोमे जिक सल्फेटके साथ न्यूनातिन्यून मात्रामे रेडियमका मिश्रण किया रहता है। शुद्ध रेडियमकी द्युति नीलाभ होती है। अघेरे कमरेमे रेडियमके प्रकाशमे चीजे जगमगाने लगती हैं। रेडियमकी खोजके दौरान मादाम क्यूरीको पिचब्लैण्डमेसे एक और रेडियधर्मी मूलतत्त्व प्राप्त हुआ था। उन्होंने अपनी मातृभूमि पोलैण्डके सम्मानमे उसका नाम पोलोनियम रखा। खनिजमेसे रेडियम निकालनेके बाद जो अणु बचा रहता है उसमेसे ओक्टिनियम निकलता है। वह भी रेडियधर्मी होता है और उसका अपने आप रूपान्तर होता रहता है, अन्तमे वह सीसा बनकर सीसेके ही रूपमे स्थिर हो जाता है। रेडियधर्मी मूलतत्त्वोकी खोज विज्ञानके इतिहासमे मीलके एक पत्थरकी तरह है। इससे हमारे ज्ञानमे प्रचुर वृद्धि हुई और नये क्षेत्र विकसित हुए। कई पुरानी मान्यताओ-को साघातिक चोट लगी और बहुतसे प्रयोगसिद्ध परिणाम प्राप्त हुए।

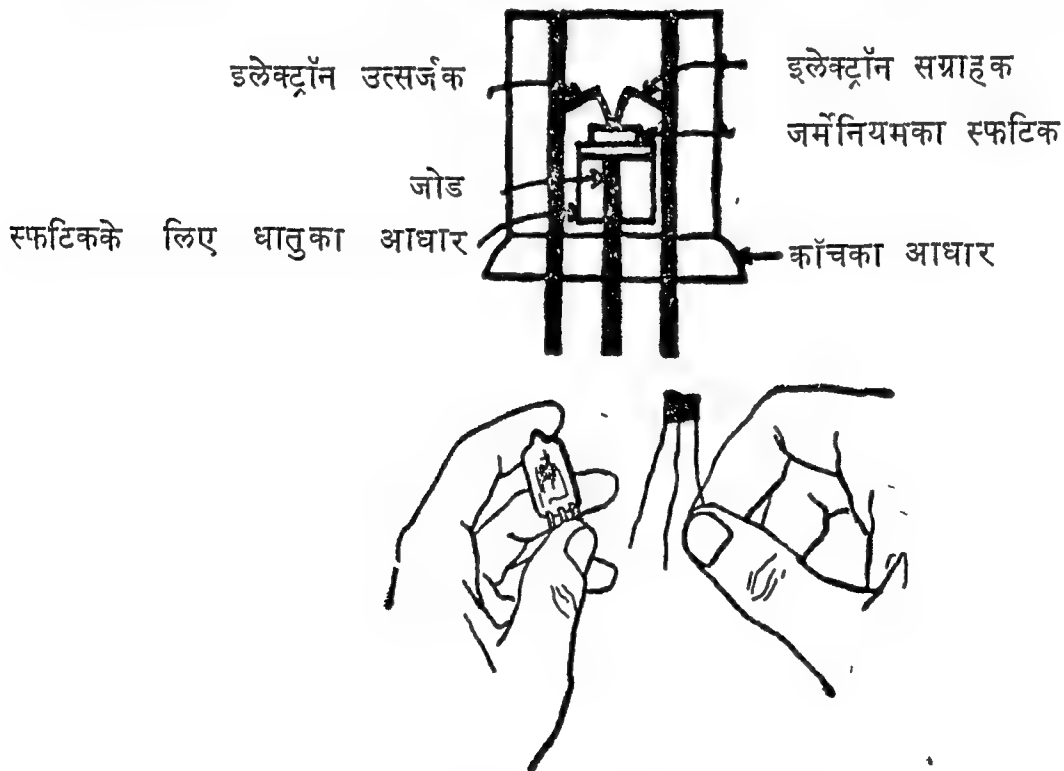
परमाणु बम बनानेमें दो मूलतत्त्व काममें आते हैं।

(१) यूरेनियम—२३५ (U-२३५) और

(२) प्लुटोनियम—यूरेनियम-२३८को तोड़कर बनाया हुआ एक कृत्रिम मूलतत्त्व।

प्राकृत यूरेनियम U-२३८ है। यूरेनियमका यह प्रकार परमाणु बमके लिए अनुपयुक्त है। इसके अणु टूटते नहीं हैं। खनिजमें यूरेनियमका यह प्रकार (U-२३८) लगभग ९९ ३ प्रतिशत होता है। परमाणु बममें टूट सकने योग्य केवल ० ७ प्रतिशत U-२३५ होता है। लेकिन मजेकी बात यह है कि U-२३८ पर न्यूट्रॉनकी वौछार करनेसे प्लुटोनियम बनता है। प्लुटोनियम विखण्डनीय है और U-२३५के समान नाभिकीय ईंधन (nuclear fuel)के रूपमें इसका उपयोग किया जा सकता है। यूरेनियम और रेडियम परमाणुयुगकी महत्त्वपूर्ण धातुएँ हैं।

जर्मैनियम—पचास वर्ष पहले वैज्ञानिक जगत् जर्मैनियम धातुसे सर्वथा अपरिचित था, फिर सामान्य जनताको उसकी जानकारी हो ही कैसे सकती थी! १८७१में महान रूसी वैज्ञानिक मेण्डलीफने मूलतत्त्वोंकी आवर्त-सारणीके चौथे समूहमें एक नये मूलतत्त्वकी भविष्यवाणी की थी। उस समय तक वह धातु खोजी नहीं जा सकी थी, इसलिए उसका स्थान खाली था और उसका नाम 'एक्सलिकोन' रखा गया था। १८८६में आर्जिरोडाइट नामक विरल खनिज पदार्थमेंसे जर्मन वैज्ञानिक सी० ए० विकलरने इस धातुका पता लगाया और इसके सारे गुण मेण्डलीफके



छोटे-से-छोटा वाल्व और ट्राजिस्टर

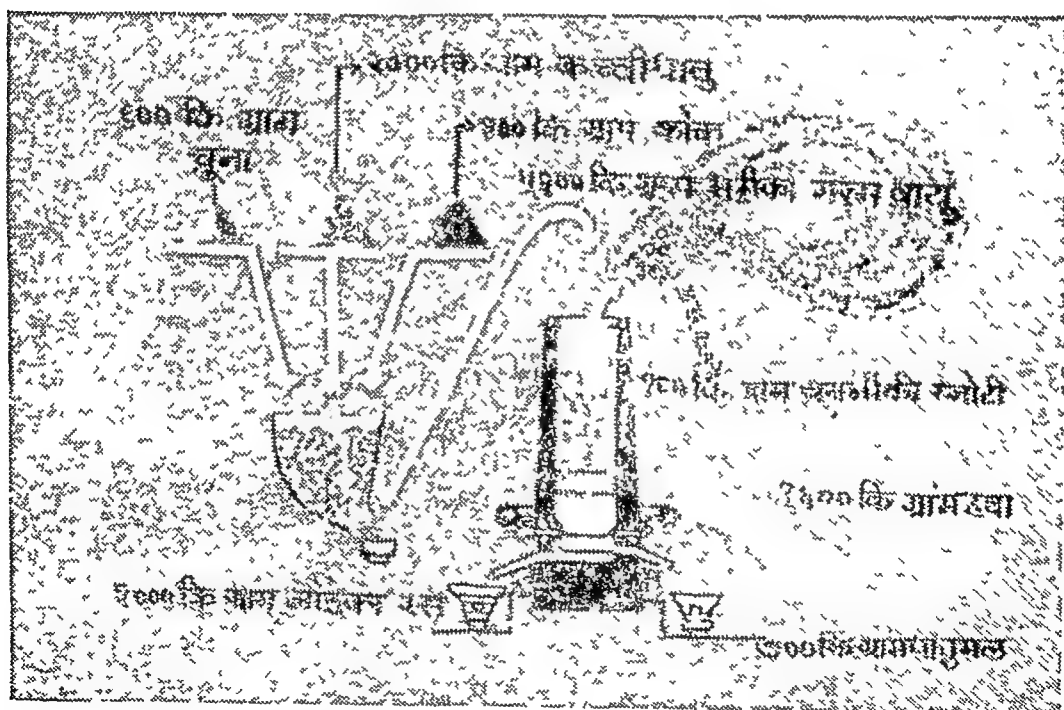
'एक्सलिकोन'से मिलते थे। इस धातुका नाम जर्मैनियम (जर्मनीके सम्मानमें) रखा गया। अभी तक ऐसा कोई खनिज नहीं मिला है जिसमें जर्मैनियम धातु प्रचुर मात्रामें रहती हो। विविध खनिजोंमें उसका अस्तित्व थोड़े-थोड़े अनुपातमें रहता है। कोयलेकी गैस बनानेवाले कारखानोंकी चिमनियोंके धुएँमेंसे इस धातुको निकाला जाता है। जर्मैनियम धातुकी मात्रामें

वृद्धि होने तक धुँको सघनित किया जाता है। फिर जर्मेनियमको उसके क्लोराइडके रूपमें पृथक् कर उसका पानीके द्वारा विच्छेदन करनेसे जर्मेनियम डाइआक्साइड बनती है, इसे हाइड्रोजन गैसमें गर्म करनेसे जर्मेनियम धातु निकल आती है।

धातुएँ सामान्यतः विद्युत्-सुसवाहक होती हैं। परन्तु जर्मेनियम इस मामलेमें अद्वितीय है। वह विद्युत्का अर्ध-सवाहक (semi conductor) है। इस अद्वितीय गुणके कारण उसके कई व्यावहारिक उपयोग निकल आए हैं। उदाहरणार्थ, विद्युत्की उच्च वोल्टताको धारण कर सकने वाले एकदिशकारियों (rectifiers) और विद्युत्के प्रवाहको उच्च शक्ति सम्पन्न करने वाले त्रयग्र (triode) वाल्वोंके निर्माणमें इसका उपयोग किया जाता है। ट्राजिस्टर रेडियोमें प्रयुक्त होनेवाले ट्राजिस्टर्स मुख्यतः जर्मेनियमके ही बनाये जाते हैं। इन महत्त्वपूर्ण उपयोगोंके अतिरिक्त जर्मेनियमका इस्तेमाल दाँतके चौखटे बनानेमें भी किया जाता है। यो इस विरल धातुने वर्तमान युगमें अत्यन्त ही महत्त्वपूर्ण स्थान प्राप्त कर लिया है।

लोहा और इस्पात

हम लोग लोहयुगमें जी रहे हैं। विश्वकी समस्त धातुओंमें लोहेका अंश ९० प्रतिशत है। आज किसी भी देशकी प्रगतिका मापदण्ड उसका इस्पातका उत्पादन है। लोहेका मुख्य खनिज



१००० किलोग्राम 'पिग आयरन'में प्रयुक्त होनेवाला कच्चा माल

हेमेटाइट (F_2O_3) है, यदि शुद्ध हुआ तो उसमें ७० प्रतिशत लोहा होता है। जल संयुक्त हेमेटाइटको लिमोनाइट कहते हैं। शुद्ध लिमोनाइटमें ६० प्रतिशत लोहा रहता है। मैग्नेटाइट

और सिडेराइट भी लोहेके खनिज है, परन्तु मैग्नेटाइट (Fe_3O_4) काफी मात्रामे उपलब्ध नहीं होता और सिडेराइट (FeCO_3) खनिजमे लोहेका अनुपात बहुत कम होनेसे उसका विशेष उपयोग नहीं किया जाता। लोहेके खनिजोमे पाये जानेवाले सामान्य अपद्रव्य बालू, टिटैनियम, फास्फोरस, गन्धक आदि है। जिस खनिजमे ये अपद्रव्य जितने ही कम होंगे वह उतना ही अच्छा और कीमती समझा जाता है। स्वीडनमे मिलनेवाले लोह खनिजमे फास्फोरस और गन्धक लगभग होता ही नहीं, इसलिए वहाँका लोहा और इस्पात बहुत उच्चकोटिके समझे जाते हैं और इसीलिए उनकी इतनी माँग और प्रतिष्ठा है। अमरीकाके लेक सुपीरियर जिलेमे प्राप्त लोह खनिजोमे ६८ प्रतिशत लोहा होता है। हेमेटाइटमे लोहा अपने आक्साइडके रूपमे होता है। लोहेको आक्सीजनसे पृथक् करनेके लिए कोयलेको उसके खनिजके साथ मिलाकर काफी ऊँचे तापमान पर गर्म किया जाता था। इस क्रियाके मूल आविष्कारकका आज तक पता नहीं चल पाया। अब तो बड़े पैमाने पर लोहेका गोधन हेमेटाइटको कोयलेके साथ मिलाकर धमन या वात भट्ठी (blast furnace)मे किया जाता है।

धमन भट्ठी बहुत (१०० फुट या इससे भी अधिक) ऊँची होती है और उसके अन्दरका हिस्सा लगभग अण्डाकार होता है। उच्चतापके कारण भट्ठीको कोई हानि न पहुँचे इसलिए उसके निर्माणमे अग्निरोधक ईंटोका उपयोग किया जाता है। भट्ठीमे आग जलानेके बाद जब भट्ठी गर्म हो जाती है तो उसमे ऊपरसे हेमेटाइट, खनिज कोयला (कोक) और चूना पत्थर (calcium carbonate)के मिश्रणका भरण (charge) किया जाता है और नीचेसे पपोके द्वारा गरम हवाके झोके (blasts) अन्दर भेजे जाते हैं। इससे अन्दरका ताप बहुत ऊँचा हो जाता है, कोक जलने लगता है और कोकके लाल अगारोकी उपस्थितिके कारण कार्बन मोनोआक्साइड ($\text{CO}_2 + \text{C} = 2\text{CO}$) बनती है।

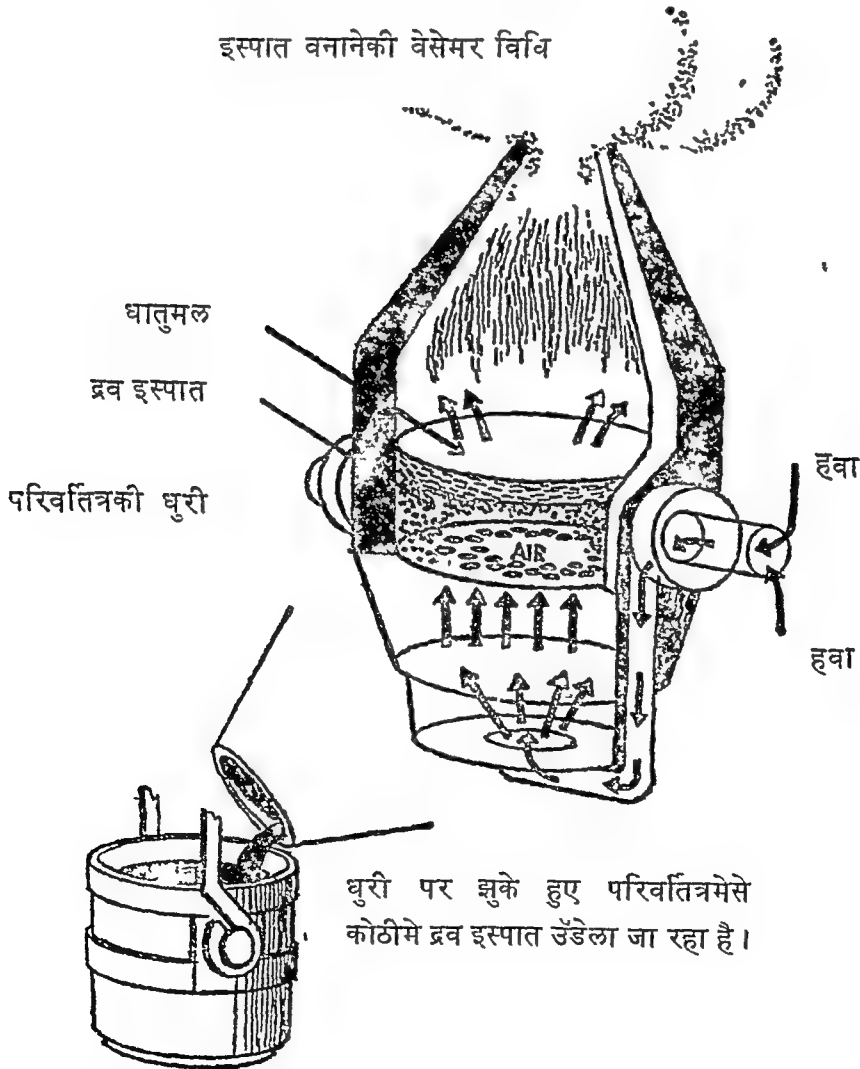
तप्त भरणके ढेरमेसे होकर यह गैस ऊपर आती है और इसके अपचायक (अवकारक reducing agent) होनेके कारण खनिजका आक्सीजनसे संयोग होकर लोहा पृथक् हो जाता है। भट्ठीकी 'तेज गर्मी'मे लोहा पिघल जाता है और भट्ठीके तलमे इकट्ठा होता है। साथ ही चूना पत्थरसे बना चूना ($\text{CaCO}_3 = \text{CaO} + \text{CO}_2$) खनिजमे मिले हुए बालू आदि अन्य अपद्रव्योंसे संयोजित होकर काँच-जैसे पदार्थकी तरह दिखाई देनेवाले धातुमल (slag)को अलग कर देता है। यह धातुमल भी भट्ठीके तलमे इकट्ठा होता है, मगर पिघले हुए लोहेसे हलका होनेके कारण लोहेके द्रव पर तैरता रहता है और समय-समय पर मलछिद्रोसे बाहर निकाल दिया जाता है। पिघले हुए लोहेको साँचोमे भरा जाता है। ठण्डा होकर वह जम जाता है (सघनित हो जाता है) और 'पिग आयरन' या कच्चा लोहा बनता है। इसमे २ २से ४ ५ प्रतिशत तक कार्बनके अतिरिक्त सिलिकोन, मैग्नीज, सल्फर और फास्फोरस रहता है। धातुमल (slag)का उपयोग पोर्टलैण्ड सीमेण्ट बनानेमे किया जाता है। पोर्टलैण्ड सीमेण्ट वस्तुतः कैल्सियम सिलिकेट और कैल्सियम एल्युमिनेटका मिश्रण है। भट्ठीके शीर्षभाग (charging arrangement)से प्रचुर मात्रामे कार्बन मोनोआक्साइड गैस निकलती है, जिसका उपयोग हवाके झोको (blast)को गर्म करनेमे और इंजिनोको चलानेके लिए ईंधनकी तरह किया जाता है।

उद्योगोमे कभी विशुद्ध लोहेका उपयोग नहीं किया जाता, उसमे हमेशा अन्य पदार्थ न्यूनाधिक मात्रामे मिले होते हैं।

लोहेके तीन मुख्य प्रकार हैं

- (१) ढलवाँ (या बीडका) लोहा (cast iron),
- (२) पिटवाँ लोहा (wrought iron), और
- (३) इस्पात—गजबल्ली-कान्तिसार फौलाद (steel)

घमन भट्ठीमे जो 'पिग आयरन' या कच्चा लोहा बनता है वह वस्तुतः ढलवाँ अथवा बीडका लोहा है। उसमे २.५ प्रतिशत कार्बन ग्रेफाइटके रूपमे रहता है। 'पिग आयरन'को फिर गलाकर उसमे कार्बन, सिलिकोन और फास्फोरसका अनुपात इस तरह कर दिया जाता है कि जिस कामके लिए उपयोगमे लाना हो वह उसके उपयुक्त हो जाए। इस लोहेके रस (द्रव)से ढलाई करके बरसातके पानीकी निकासी करनेवाले नलके (pipe), स्टोव आदि बनाये जा सकते हैं। यह लोहा कठोर परन्तु भंगुर किस्मका होता है।



साधारण 'कास्ट आयरन' पर मन्द हाइड्रोक्लोरिक और सल्फ्युरिक अम्लोकी क्रिया शीघ्रतासे होती है। १२-१९ प्रतिशत सिलिकोनवाला कास्ट आयरन अम्लसह (acid proof) होता है, इसलिए उसमें सिलिकोनकी मात्रा बढ़ाकर उसे अम्लसह बनाया जाता है। 'तान्तीरन', 'ड्युरीन', 'आयरन द', 'नर्की' आदि नामोंसे प्रख्यात लोहेकी जातियोंमें सल्फ्युरिक अम्लका वाष्पायन करनेके लिए विशिष्ट प्रकारके बरतन बनानेके काम आती है। लेकिन इन जातियोंका लोहा अत्यधिक भंगुर होता है।

उद्योगमें काम आनेवाले लोहेकी विभिन्न जातियोंमें पिटवाँ लोहा सर्वाधिक शुद्ध होता है। पिग आयरनको हेमेटाइटके साथ मिलाकर उस मिश्रणको भट्ठीमें तपानेसे पिटवाँ लोहा (wrought iron) बनता है। हेमेटाइट कार्बन, सिलिकोन और फास्फोरस तथा सल्फरका आक्सीकरण (अपचयन) करता है। पिटवाँ लोहा मृदु और तन्तुमय गठनवाला होनेके साथ-साथ कठोर भी होता है और उसे आसानीसे गढ़ा भी जा सकता है। लोह खनिजमें फास्फोरसकी उपस्थिति होनेकी दगामे भट्ठीमें मैग्नेसाइट ($MgO + CaO$) का अस्तर लगाना पड़ता है जिससे फास्फोरसका आक्सीकरण होकर फास्फेट बनता और समाक्षारीय धातुमल (basic slag) प्राप्त होता है। यह धातुमल कृपिमें खादके रूपमें काम आता है।

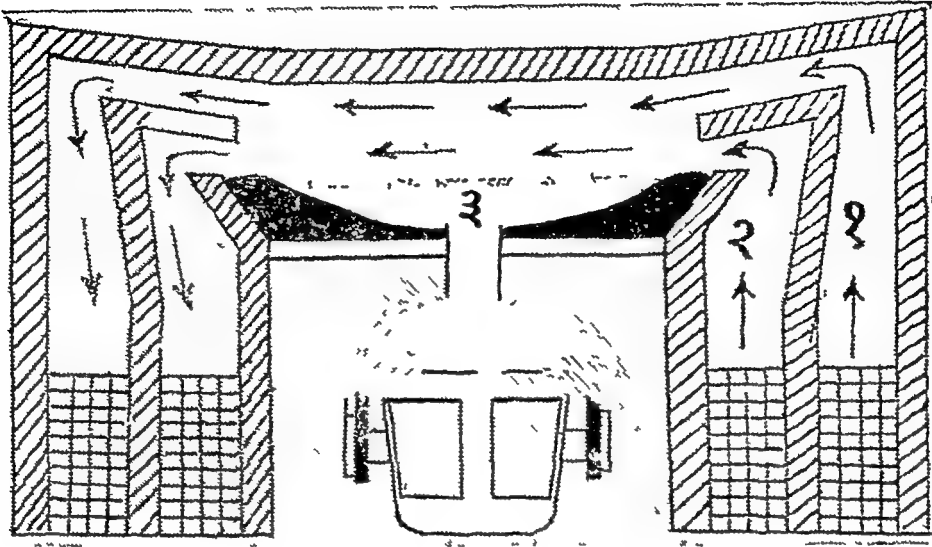
ऊपर बताई गई लोहेकी दोनों जातियोंकी अपेक्षा इस्पात (steel) अधिक मजबूत होता है। उसे उच्च तापमान पर गर्म करके पानी या तेलमें बुझाकर 'पानी चढ़ाया' (tempering) जाता है। इस्पात पर चढ़ाया हुआ 'पानी' उसकी गठन पर नहीं अपितु उसे गर्म किये जाने वाले ताप और बुझान-पर (ठण्डा किये जानेकी रफ्तार) पर निर्भर करता है।

उस्तरोंकी ब्लेडे बनानेके लिए उसे 230° से० तक गर्म करना पड़ता है। इस ताप पर इस्पातका रंग घासके जैसा साधारण पीला हो जाता है। 255° से० ताप पर उसका रंग भूरा-पीला हो जाता है। इस तरहका इस्पात चाकू, छुरियाँ और यंत्रोंकी धुरियाँ बनानेके काम आता है। इस्पातको 277° से० ताप पर गर्म करके कर्तनोपकरण (कटलरी सामान) बनाये जाते हैं। घड़ियोंकी कमानियाँ और उच्चकोटिकी तलवारे बनानेमें काम आनेवाला इस्पात चमकीले नीले रंगका होता है। बढईके औजार बनानेके लिए तो उसे और भी उच्चताप (290° से 316° से० तक) पर 'पानी' चढ़ानेकी जरूरत होती है। उद्योगोंके लिए कई प्रकारका इस्पात बनाया जाता है, लेकिन वे सब लोहे और कार्बनकी मिश्र धातुएँ होती हैं, उनमें कार्बनका अनुपात ०.१ से ०.२ प्रतिशत और वह भी सिमेन्टाइट (Fe_3C) यौगिकके रूपमें रहता है।

प्राचीनकालमें लोहेको कोयलेके अगारों पर गर्म करके और पीट-पीटकर इस्पात बनाया जाता था। बड़े पैमाने पर इस्पात बनानेकी दो विभिन्न विधियाँ १८५५ में हेनरी बेसेमर और १८६४ में सिमेन्स एंव पार्करने विकसित की, जो क्रमशः बेसेमर और खुली चुल्ली भट्ठी (open hearth) विधियोंके नामसे जानी जाती हैं। आजकल सर्वत्र बेसेमर विधिका ही उपयोग होता है।

बेसेमर विधिमें खास प्रकारकी कोठी या नाशपातीके आकारके एक पात्रका उपयोग किया जाता है, जिसे बेसेमर परिवर्तित्र कहते हैं। उसमें धमन भट्ठीमें पिघला हुआ द्रव लोहा भरा जाता है और फिर उसमें यांत्रिक धौकनीसे हवाके जोरदार झोके प्रवाहित किये जाते हैं। खुली चुल्ली

भट्ठीमें द्रव लोहेमें कच्चा हेमेटाइट मिलाया जाता है। गर्म हवाके प्रभावसे द्रव लोहेमें विद्यमान अतिरिक्त कार्बन जल जाता है और गन्धक तथा फास्फोरस जैसे अपद्रव्योंका आक्सीकरण



इस्पात बनानेकी खुली भट्ठी

होकर वे धातुमल बनते तथा उच्चकोटिका इस्पात प्राप्त होता है। उच्चकोटिका इस्पात बनानेके लिए उसे गुन्यावकाशमें भट्ठीमें गलाया जाता है। इससे सामान्य विधिमें बनाये जाने वाले इस्पातमें जो गैसें रह जाती हैं वे निकल जाती हैं और साथ ही कई अशुद्धियाँ भी दूर हो जाती हैं।

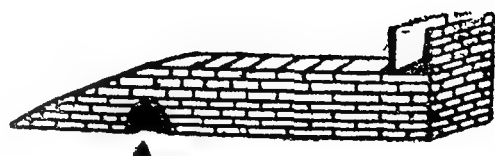
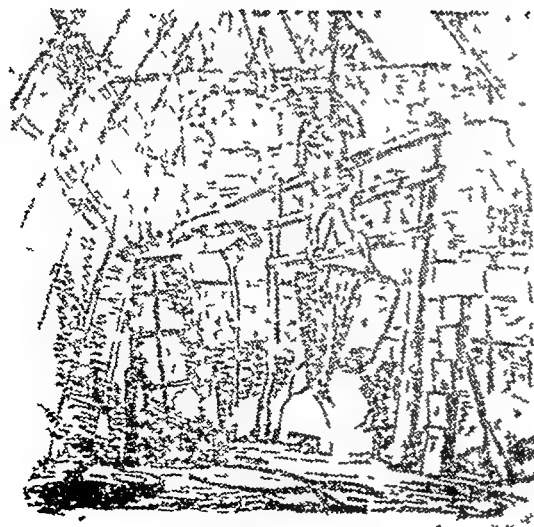
लोहेमें अन्य पदार्थोंको मिलाकर जो इस्पात तैयार किया जाता है उसके गुणोंमें होनेवाले परिवर्तनोंके प्रभावके बारेमें धातु-कोविदोंने काफी अनुसन्धान करके मानव जातिकी सेवामें विनिष्ट गुणोंवाले कई नये-नये इस्पात प्रस्तुत किये हैं। इस्पातमें क्रोमियम मिलानेसे उसकी कठोरतामें वृद्धि होती है। इस्पातमें दो प्रतिशत क्रोमियम मिलानेसे क्रोमस्टील बनता है। इसका उपयोग इस्पातके टायर, कठोरीकृत छर्रे (वाल वेयरिंग), रेतियाँ, पत्थर फोड़नेकी मशीनें, कवच जैसी अनेक वस्तुएँ बनानेमें किया जाता है। क्रोमस्टीलमें थोड़ा-सा निकल मिला देनेसे उसकी स्थिति स्थापकतामें वृद्धि होती है।

निष्कलक अथवा निष्कलुष (stainless) इस्पातमें १२से १५ प्रतिशत क्रोमियम रहता है। इससे उसकी चमक बनी रहती और जग नहीं लगता। १८ प्रतिशत क्रोमियम और लगभग ८ प्रतिशत निकलकी मिलावटवाला इस्पात 'स्टेब्राइट' कहलाता है। उसपर समुद्री जलका मशरक प्रभाव नहीं होता। वह अम्लसह भी होता है। रसायनोंका उत्पादन करनेवाले उद्योगों एवं घरेलू उपयोगके लिए बनाई जानेवाली वस्तुओंमें इसका खूब इस्तेमाल होता है। निष्कलक इस्पातकी एक जाति ४४६के नामसे जानी जाती है, उसमें एक प्रतिशत इट्रियम होता है। १३५०° में ०के बराबर उच्चताप पर भी ४४६ निष्कलक इस्पात पर आक्सीजनका असर नहीं होता और उसे पीटकर पतरे बनाये जा सकते हैं।

१ वैगनमें कच्ची धातु खाली करता हुआ ऊँटडा (क्रैन)। २ कच्ची धातु रखनेका अहाता।
 ३ कच्ची धातुको ले जानेवाला ट्रान्सपोर्टर। ४ कच्ची धातु, कोक, चूना रखनेका अहाता।
 ५ कोक, कच्ची धातु, चूनाभरी कोठियाँ (पात्र)। ६ कोक भट्ठीमें कोककी कोठी ले जा रही
 ट्राली। ७ आठ नम्बरकी ट्रालीमें माल खाली करती हुई कोठी। ८ तोला हुआ माल ले जा रही
 ट्राली। ९ मालको ऊपर ले जानेवाले यांत्रिक उपकरणोंका कक्ष। १० कोक, चूना और कच्ची
 धातुओंकी ट्रालीको खींचनेवाले रस्से। ११ ट्रालीमेंसे माल भरी हुई कोठी भट्ठीके मुहके पास।
 १२ ट्रालीको सतुलित रखनेवाला सन्तुलक। १३ ट्रालीमेंसे लटकाया हुआ घटाकार ढक्कन। १४
 घटाकार ढक्कनसे होती हुई कोठी भट्ठीके अन्दर प्रवेश करती है। १५ उसके जोरसे भट्ठीका
 ढक्कन नीचे ढकेला जाता है और कोठीका माल भट्ठीमें भरा जाता है। १६ मालका भरण होनेके
 बाद भट्ठीका ढक्कन यथावत करनेवाला लीवर। १७ मालका भरण होनेके बाद ऊपर आनेवाली
 गैसोंमें आर्द्रता और कार्बन डाइआक्साइड खिच आती है। १८ कच्ची धातुमेंसे आक्सीजन विलग
 होती है, लोहा कार्बनका अवशोषण करता है। १९ विगलित द्रव लोह निथरता है, धातुमल
 उसके ऊपर तैरता है। २० धातुमल भट्ठीके बाहर खाली होता है। २१ धातुमलको द्रवल्लोहमें
 मिलनेसे रोकनेवाली युक्ति। २२ कोठीमें खाली होता हुआ द्रवल्लोह। २३ खाली होता हुआ
 धातुमल। २४ कोठीमेंसे द्रवल्लोह साँचेमें उँडेला जाता है। २५ साँचेके यन्त्रका वाहक-पट्टा,
 जो भरे हुए साँचेको ले जाता है और भरे जानेवाले खाली साँचेको वहाँ ले आता है। २६ साँचे-
 में ढले हुए लोहेके इंगोट (ingot) बाहर आते हैं। २७ गर्म द्रवल्लोहको इस्पात बनानेवाले
 परिवर्तित्रमें ले जानेवाली ट्राली। २८ घमन भट्ठीके शीर्षसे निकलनेवाली गैसोंका वहन करने-
 वाली नली। २९-३० गरम गैसोंमेंसे महीन रेणुका अवशोषण करनेवाले यन्त्र। ३१-३२-३३-
 ३४ गैस यांत्रिक रीतिसे घुलकर शुद्ध होती है। ३५ गैस भरी जानेवाली टकी। ३६ गैस
 ले जानेवाली नली। ३७ गैस द्वारा चलनेवाला वाष्पित्र (stern boiler)। ३८
 वाष्पित्रकी भापसे चलनेवाली टरवाइन। ३९ टरवाइनसे विद्युतका उत्पादन करनेवाला सयंत्र।
 ४० टरवाइन द्वारा भट्ठीमें फूकी जाती हवा। ४१ काउपर स्टोवमें हवाको गर्म करनेके लिए
 जानेवाली नलियाँ। ४२ काउपर स्टोवमें जानेवाली गर्म गैसें। ४३ ब्लास्ट स्टोवमें
 गरम होनेवाली हवा। ४४ गैसोंसे गर्म हो रहा काउपर स्टोव। म्यू-चिमनीमें गैसोंको वहाँ ले
 जानेवाली नली। ४५ हवाको गर्म होने पर घमन भट्ठीमें ले जानेवाली मुख्य नली। ४७ घमन
 भट्ठीमें खुलनेवाले मुख्य नलीके दहाने।



भारतमे ब्रिटिश राज्यके आगमनके समय
लोहेकी भट्ठी—सलेम (तमिलनाडु)



सौराष्ट्र (तत्कालीन काठियावाड) में
स्थानीय लोह-उद्योग

इस्पातमे निकल मिलानेसे उसकी कठोरता और स्थिति स्थापकतामे वृद्धि होती है, इसलिए निकल मिश्रित इस्पात कवच, नोदकधुरीदण्ड (propeller shath) आदि बनानेके काम आता है। निकलकी मात्रा बढा देनेसे विशिष्ट गुणोवाला अत्यन्त उपयोगी इस्पात तैयार होता है। ३६ प्रतिशत निकल और केवल ०.२-०.५ प्रतिशत कार्बनवाला इस्पात 'हन्वार' कहलाता है। इसका ऊष्मा प्रसरणांक बहुत न्यून होनेसे यह मापक उपकरण, सर्वेक्षरकी पट्टी, वैज्ञानिक प्रयोगोमे काम आनेवाले परिशुद्ध उपकरण, घडियोके लोलक आदि बनानेके काममे लिया जाता है। इस्पातकी एक ऐसी ही अन्य मिश्र धातु 'ऐलिनवार' घडियोकी कमानियाँ बनानेके काम आती है। ४६ प्रतिशत निकलवाले इस्पात 'प्लैटिनाइट' और काँचका प्रसरणांक एक समान होनेके कारण बिजलीके उपकरणोमे काँचके साथ उसके तारको जोडकर मुहर किया जा सकता है। ५३ ८ प्रतिशत लोहा, ८९ प्रतिशत निकल, १७ प्रतिशत कोबाल्ट और ०.२ प्रतिशत मैग्नीज वाली मिश्र धातुका प्रसरणांक नहीके बराबर अर्थात् 4×10^{-6} होता है।

सभी प्रकारके इस्पातमे अल्पमात्रामे मैग्नीज रहता है। लेकिन यदि उसका अनुपात ९.१४ प्रतिशत कर दिया जाए तो वह इस्पात अत्यन्त कठोर और मजबूत हो जाता है। इसका उपयोग रेलकी पटरियोकी सन्धि (cross over), न टूटनेवाली चोर-प्रूफ तिजोरियो और सैनिकोके शिरस्त्राण बनानेमे किया जाता है। यह इस्पात चुम्बकीय गुणविहीन (निश्चुम्बकीय) होता है।

क्रोमस्टीलमे टगस्टन अथवा मालिण्डिनमकी मिलावट करनेसे जो मिश्र धातु बनती है। वह तपाकर लाल कर दिये जाने पर भी अपनी कठोरताको सुरक्षित रखती है। इस जातिके इस्पातका उपयोग अभियांत्रिक कामोमे किया जाता है।

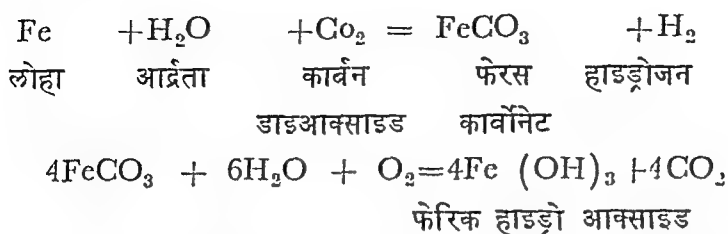
लोहेकी आर्द्रता अथवा आर्द्रहवामे रखनेसे उसका आक्सिकरण होता है, जिसे बोलचालकी भाषामे 'जग' अथवा 'मोरचा' लगना कहते हैं। जग लगनेसे बचानेके लिए लोहेको रंग दिया जाता है। इसके अलावा उसे जस्तीकृत (galvanised) अथवा कलईकृत (tinplating) करके भी जग लगनेसे बचाया जाता है। लोहे और इस्पातके सक्षारणका विषय धातुकीमे अत्यन्त महत्त्वपूर्ण माना जाता है।

लोहेको जस्तीकृत करनेके लिए जस्तेकी आवश्यकता होती है। लेकिन हमारे देशमे जस्तेकी बडी कमी है, इसलिए जमशेदपुरकी राष्ट्रीय धातुकर्मक रसायनशाला (National Metallurgical Laboratory) ने जस्तेके स्थान पर एल्युमिनियमका उपयोग करके 'एल्युमिनिकृत (aluminized) लोहा' तैयार किया जाता है, जो बहुत उपयुक्त सिद्ध हुआ है। आर्द्र हवामे लोहा जग खाकर सक्षारित होता है जिससे उसकी सतह पर ललछोहा भूरा पदार्थ पपडीके रूपमे जम जाता है, इस पदार्थमे मुख्यरूपसे जलयुक्त फेटिक आक्साइड रहता है।

लोहे और अन्य धातुओके सक्षारणकी प्रक्रियाको जानने-समझनेके लिए कई अनुसन्धान किये गए और आज भी किये जा रहे हैं। सक्षारण धातुकी जाति, उसकी विशुद्धता और अन्य बातों पर निर्भर है। सक्षारणके लिए आर्द्रताका होना आवश्यक माना जाता है। कुछ अनुसन्धानकर्ता कार्बन डाइआक्साइड गैसकी उपस्थितिको भी आवश्यक मानते हैं। ताजा लगी हुई जगमे फेरस

हाइड्रोआक्साइड और डाइआक्साइड कार्बोनेटका होना पाया गया है, इससे पता चलता है कि सक्षारणकी आरम्भिक अवस्थामे ये यौगिक बनते होंगे।

१८६७ ई०मे क्रैस काल्वर्ट और १८८८ ई०मे ब्राउनने निम्न समीकरण लोहेकी जगके वारेमे बनाये थे



१९०६ ई०मे मूडीने यह प्रतिपादित किया कि हवा ओर आर्द्रताके अभावमे लोहेको जग नहीं लगता। पहले कार्बन डाइआक्साइडकी उपस्थितिमे लोहेसे फेरस वाइकार्बोनेट बनता है, जिसका आक्सीकरण होनेसे कार्बन डाइआक्साइड बनता है। पानीको उवाकर उसमे पिघला हुआ कार्बन डाइआक्साइड और आक्सीजन पारित किया जाए अथवा पानीमे अल्कलीकी मिलावटसे फेरिक हाइड्रो आक्साइड दूर होता है ओर उसकी विलेयता भी घटती है। परिणामस्वरूप लोहे पर जग लगनेकी क्रियाका अवरोधन होता है।

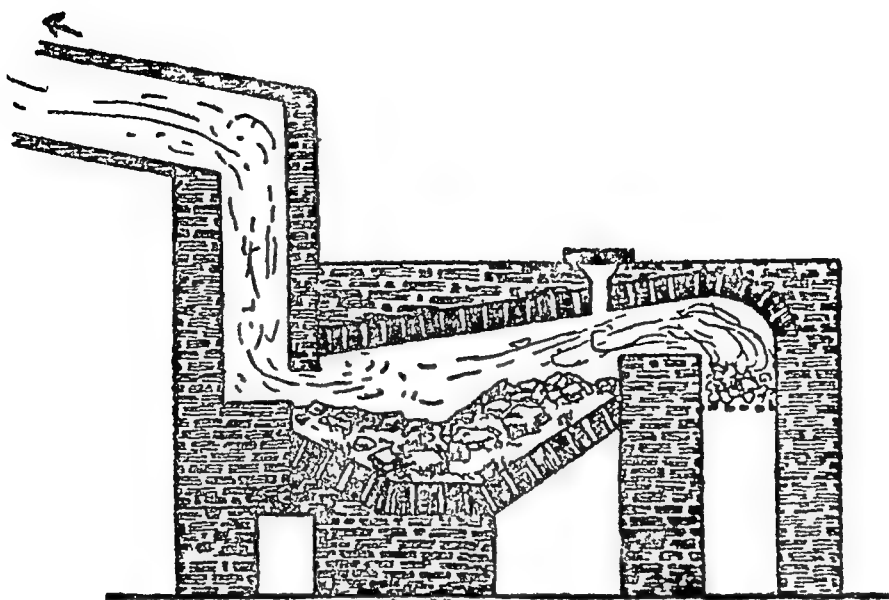
१९१० ई०मे लेम्बर्टने यह पता लगाया कि आसुत (distilled) जलमे लोहेको जग नहीं लगता। वेनार्डके सिद्धान्तके अनुसार जग लगना या सक्षारण वैद्युत् रासायनिक क्रिया है।

नीलाथूथाके विलयनमे लोहेकी सलाखोको रखनेसे लोहेका सल्फेट बनता है। ताँबेकी बहुत महीन रज निकलती है, जिसे अवक्षेपण कहते हैं। परन्तु कई बार लोहा अक्रियाशील भी हो जाता है और वह ताँबेका अवक्षेपण नहीं कर सकता। लोहेको घुँदर नाइट्रिक अम्ल, क्लोरिक अम्ल, क्रोमिक अम्ल अथवा हाइड्रोजन पेरोक्साइडमे डुवानेसे उसकी क्रियाशीलताका निवारण होता और वह अक्रियाशील हो जाता है। अर्थात् तनु अम्लके विलयनमे वह अविलेय रहता है और इसलिए तनु अम्लमेसे हाइड्रोजन निकल नहीं पाता, और नीलाथूथाके विलयनमेसे ताँबेका अवक्षेपण नहीं होता। इस घटनाको लोहेकी अक्रियाशीलता कहा जाता है।

१९३७ ई०मे पेरीअर और हमीलीओ सेग्रेने मालिब्डिनम धातुपर साइक्लोट्रोनमे न्यूट्रोनकी बौछार कर परिवर्जन किया और एक नया मूलतत्त्व बनाया। इस कृत्रिम मूलतत्त्वको, बनानेकी विधि (टेकनिक)के उपलब्धमे, टेकनिशियम नाम दिया गया। अभिक्रियक (reactor) मे यूरेनियमका विखण्डन करने पर उसके कूड़ेमेसे भी ६ प्रतिशतके लगभग टेकनिशियम प्राप्त होता है। इस कृत्रिम मूलतत्त्वमे दो विशिष्ट गुण होते हैं एक तो यह सक्षारणको रोकनेवाला प्रबल कारक है और दूसरे रेडिय-धर्मी यानी विकिरणशील भी है।

सक्षारणका अवरोधन दो तरहसे किया जा सकता है—एक तो धातु और उसके चारो ओरके वातावरणके साथ होनेवाली रासायनिक क्रियाको रोककर, उदाहरणके लिए एल्युमिनियम अपनी ही सतह पर रन्ध्रहीन पटल या शिटली बनाकर सक्षारणका अवरोधन करता है। कुछ कृत्रिम सक्षारण-अवरोधक भी इसी प्रकारका काम करते हैं। दूसरी विधि है धातुकी सतहको रासायनिक ढगसे बदलकर उसे अक्रियाशील कर देना, उदाहरणार्थ पोटेशियम डाइक्रोमेटके विलियनमे लोहा जबतक

है। सखिया भी अपने आक्साइडके रूपमें पृथक् हो जाता है। लोहेके सल्फाइड अपने आक्साइडोंके रूपमें परिवर्तित हो जाते हैं। परन्तु आमतौर पर ताँवेके सल्फाइडमें कोई परिवर्तन नहीं होता।



परावर्तन भट्ठी

उसके बाद लोहका अंश पृथक् करनेके लिए उसे परावर्तन भट्ठी (reverberatory furnace) में बालूके साथ गलाया जाता है। यह क्रिया दो बार करनेसे ७०-८० प्रतिशत ताँवेवाला कॉपर-सल्फाइड बनाया जा सकता है। इस कॉपर सल्फाइडसे ताँवेको पृथक् करनेके लिए उसका हवामें निस्तापन किया जाता है। इस ताँवेको 'फफोलेदार ताँवा' (blister copper) कहते हैं, क्योंकि इस क्रियामें द्रव ताँवेमेंसे सल्फर डाइआक्साइड गैस निकलनेसे उसकी सतह पर फफोले-से दिखाई देने लगते हैं। इस ताँवेमें भी लगभग ३ प्रतिशत अपद्रव्य रहते हैं, जिन्हें विद्युत् विश्लेषण विधिसे पृथक् कर ताँवेको शुद्ध किया जाता है।

अब ताँवेके शोधनमें बिजलीका उपयोग किया जाने लगा है। सल्फ्यूरिक अम्ल बनानेके लिए सल्फर डाइआक्साइड निकालनेके बाद वचे हुए पाइराइटोंके मलका इस विधिसे उपयोग करके उसमेंसे ताँवा निकाला जाता है। इस विद्युत् विधिसे ताँवा सरलतासे निकल आता है और वह एकदम शुद्ध भी होता है। सैद्धान्तिक दृष्टिसे ताँवेका इस विधिसे शोधन सरल दिखाई देता है, लेकिन प्रत्यक्ष करनेमें कठिनाइयाँ आती हैं और इसलिए ताँवेका शोधन खासी उलझनवाला काम समझा जाता है।

विद्युत्के इस युगमें ताँवेका मुख्य उपयोग बिजलीके तार और रस्सियाँ बनानेमें किया जाता है। ताँवा विद्युत्का सुसवाहक है। लेकिन बिजलीके उद्योगके लिए ताँवेका परिष्करण बड़ी सावधानीसे करना पड़ता है। इस कार्यके लिए ताँवेके क्षारका विलयन बनाकर विद्युत् विश्लेषण विधिसे उसका परिष्करण किया जाता है। इस विधिसे उसमें जो अत्यन्त अल्प मात्रामें स्वर्ण-रजत होता है वह भी पृथक् हो जाता है। अमरीकाकी कम्पनियाँ इस प्रकार हजारों औंस सोना और

चाँदी पैदा करती है। ताँवा लोहेके समान जग नही खाता, इसलिए उद्योगोमे इसका प्रचुरतासे उपयोग किया जाता है।

शुद्ध ताँवेका महीन चूर्ण (रेणु) बनानेके लिए नीलाथोथाके विलयनमे जस्तेके टुकड़े रख दिये जाते हैं। जस्ता नीलाथोथाके विलयनमे घुल जाता है और नीलाथोथामेसे ताँवा पृथक् होकर महीन रेणुके रूपमे विलयनके तलमे बैठ जाता है। इस चूर्णको पानी तथा अलकोहलमे धोकर निर्वात बरतनमे गर्म कर सुखानेसे शुद्ध ताँवेका चूर्ण प्राप्त होता है।

नीलाथोथा ताँवेका सल्फेट है। नीलाथोथा बनानेके कई कारखाने हमारे देशमे थे। औषधियोमे इसका उपयोग होता रहा है। खेती-बाड़ीमे लगनेवाली बोर्डो मिश्रण नामक जहरीली औषधिमे आज भी इसका उपयोग किया जाता है।

ताँवेके बरकको जस्तेका धुआँ देनेसे उसका रंग सोने-जैसा चमकीला हो जाता है। ऐसे बरकको डचगोल्ड कहते हैं और वे सस्ते बरकका काम देते हैं।

ताँवेका सबसे अधिक उपयोग उसकी मिश्र धातुएं बनानेमे किया जाता है। ताँवेकी मिश्र-धातुओमे पीतल और काँसेका उपयोग तो पुरातन कालसे चला आता है। इधर ताँवेकी कई नई-नई मिश्र धातुएं भिन्न-भिन्न उपयोगोमे आ रही हैं, जिनमे गनमेटल, वेलमेटल, मोनेलमेटल, जर्मन-सिल्वर, मुजमेटल, मेगनिन आदिका नाम उल्लेखनीय है।

ताँवेमे २५ प्रतिशत बेटिलियम धातुका मिश्रण करनेसे उस मिश्रधातुकी तार खींचे जानेकी क्षमतामे छहगुना वृद्धि हो जाती है। ताँवेमे ७ प्रतिशत एल्युमीनियम मिलानेसे सुनहरे रंगकी 'एल्यूमीनियम ब्राँज' मिश्रधातु बनती है, जिसका उपयोग इमीटेगन गोल्डकी डिब्बियाँ, गहने और साज-शृंगारकी चीजे बनानेमे किया जाता है। यह बात इस सच्चाईको प्रमाणित करती है कि 'सब चमकनेवाली चीजे सोना नही होती'।

५४ प्रतिशत ताँवा, ४५ प्रतिशत निकल और १ प्रतिशत मैग्नीजवाली मिश्रधातु 'सिल्वराड' कहलाती है। वह चाँदी-जैसी दिखाई देती है। अब तो जहाजोमे पीतलकी नलियोके स्थान पर ७६ प्रतिशत ताँवा, २२ प्रतिशत जस्ता, २ प्रतिशत एल्युमीनियम और ०.४ प्रतिशत सखिया (आर्सेनिक) वाली मिश्रधातुकी नलियोका उपयोग किया जाता है। ये अधिक समय तक चलती हैं और इनका सक्षारण भी कम होता है।

निकल—निकल अर्थात् छोटा ताँवा। निकलका खनिज ताँवेके खनिजसे हूबहू मिलता है। इस खनिजसे ताँवा निकालनेके जर्मन-खनिजोके सारे प्रयत्न जब विफल हो गए तो उन्होने इसे 'कुपर निकल' (छोटा ताँवा)का व्यग्रपूर्ण नाम दिया। संस्कृतमे भी निकलको 'पिशाचताम्र' कहा जाता है। निकल धातुका सबसे पहले १७५१ ई०मे उसके खनिजमेसे निम्सारण किया गया। उसके बाद दशाब्दियो तक कोई प्रगति नही हुई। १७७४ ई०मे वर्गमानने निकलके गुणोका पता लगानेकी दिशामे काफी काम किया। ई० पू० २३५ वर्षके पुराने सिक्कोमे निकलका पता चलता है और चीनमे इसमे भी पुराने समयमे निकल धातुका उपयोग किये जानेकी बात प्रकाशमे आई है।

निकलके खनिजमे निकलके अतिरिक्त लोहा, कोबाल्ट, गन्धक, सखिया आदि होते हैं। खनिजसे निकल धातु निकालनेकी प्रक्रिया बड़ी ही जटिल है। इसके लिए कई क्रियाएं करनी पड़ती हैं। निकल धातुके शोधनमे कार्बन मोनोआक्साइड गैसका उपयोग किया जाता है, जो निकलमे

संयोग करके निकल कार्बोनिल बनाती है। इसे गर्म करनेसे शुद्ध निकल पृथक् होता है। इस विधिको मॉण्ड विधि कहते हैं।

निकलके वर्तमान विग्व-उत्पादनका ८० प्रतिशतमें भी अधिक कॅनाडाके ओण्टारियो राज्यके सडबरी जिलेकी खानोंसे आता है। लगभग ये सभी खानें कॅनाडाकी इण्टरनेशनल निकल कम्पनीके स्वत्वाधिकारमें हैं। नार्वे, रूस और फिनलैंडमें भी निकलके निक्षेप हैं। लेकिन अभी तकके उत्पादनमें उनका योगदान महत्वपूर्ण नहीं है। बर्मा में सीसा और जस्ता-चादीके खनिजोंमें न्यून मात्रा में निकल मिलता है। मुख्य धातुओंके निस्सारणके बाद बचे हुए धातुमलको जर्मनी भेज दिया जाता है।

सामान्य मनुष्यकी निकल सम्बन्धी जानकारी निकल-प्लेटिंग और सिक्कोंकी ढलाईमें लगनेवाली धातु तक ही सीमित है। परन्तु इन कामोंमें तो कुल निकल-उत्पादनका केवल १० प्रतिशत ही खर्च होता है। पच्चीस देशोंमें विशुद्ध निकल सिक्के ढालनेमें काम आता है, लेकिन इसका औद्योगिक उपयोग तो और भी महत्वपूर्ण है। मिश्र धातुओंमें निकलकी मिलावटसे अभूतपूर्व और अनमोल गुणोंकी सृष्टि होती है। मिश्रधातुओंमें १से लेकर १० प्रतिशत तकके अनुपातमें निकलका उपयोग किया जाता है।

इस समय निकलका विग्व-उत्पादन १ लाख २५ हजार टनमें भी अधिक है। उसमेंसे ६० प्रतिशत निकलका उपयोग लोहेकी मिश्र धातुएँ बनानेमें किया जाता है। २४ प्रतिशत निकलकी मिलावट करनेसे लोहा निश्चुम्बकीय हो जाता है और ३२ प्रतिशत मिलावट वाली मिश्रधातु विद्युत् की प्रबल प्रतिरोधक होती है। निकल, लोहा और क्रोमियमकी मिश्रधातु निम्नोष्ण विद्युत् तापको और अतिशय उच्च ताप पर चलनेवाली विद्युत् भट्टियोंकी बनावटमें काम आती है। निकलका महीन चूर्ण वनस्पति घी बनानेमें उत्प्रेरककी तरह इस्तेमाल किया जाता है।

निकलमें जिस प्रकारके विविध उपयोगी गुणोंका एकीकरण हुआ है वह किसी दूसरी धातुमें दिखाई नहीं देता। निकलमें जग न लगनेका अद्भुत गुण है। झलाई (welding) करने या खोल (casing) चढ़ानेमें उपयोग करने पर भी इसके गुणोंमें कोई अन्तर नहीं पड़ता। अत्यधिक उच्च ताप पर भी इसकी यह शक्ति बनी रहती है। अतिशय मृदु-खाद्य-पदार्थ, पेय, दवाइयों इत्यादिको सड़ने और क्षरणसे बचानेके लिए निकलके अस्तर लगे पैकेटनो (packing) का उपयोग किया जाता है। टेलीविजन, राडार, रेडियो, तार-टेलीफोन और इसी तरहके अन्य उपयोगी उपकरणोंको बनानेमें विद्युत-प्रतिरोधक गुणोंके कारण इसका खूब उपयोग किया जाता है।

हमारे देशमें निकलका विदेशोंसे आयात होता है। इस कठिनाईको दूर करनेके लिए जमशेदपुरकी राष्ट्रीय धातु-कर्मक रसायनशालाने प्रयत्न प्रारम्भ किये और निष्कलक इस्पात बनानेमें निकल आवश्यक होते हुए भी बिना निकलका निष्कलक इस्पात तैयार किया है, जिसमें देशमें उपलब्ध क्रीमियम, मैंगनीज, नाइट्रोजन, एल्युमीनियम और ताँवेका उपयोग किया गया है। इस रसायनशालाने बिना निकलकी कुछ मिश्र धातुएँ भी बनानेमें सफलता प्राप्त की है।

कोवाल्ट—कोवाल्टको निकलका भाई ही समझना चाहिए। इसके खनिज भी ताँवेकी खनिजसे मिलते हैं। इसका निस्तपन करनेसे लहसुन-जैसी तीव्र गन्ध निकलती है। इसके खनिजको ताँवेका खनिज मानकर उसमेंसे ताँवा निकालनेके सारे प्रयत्न विफल हो जाने पर इसे 'खोटा खनिज' (कोवाल्ट) नाम दे दिया गया।

बेंगे कोबाल्ट यूनानी भाषाका शब्द है जिसका अर्थ होता है 'ऊँचा' भूत । उसमें खनिजोंमें से प्राप्त होनेवाली धातुको जायद उमीदिए कोबाल्ट कहा गया । संस्कृतमें उसके लिए 'भाउ रजन मृत्तिका' शब्दका प्रयोग हुआ है । पञ्जाबमें उसे 'रीत' कहते हैं, जो संस्कृत 'रीति' शब्दसे आया होता चाहिए । हिन्दीमें उसके लिए 'सेत—सेरत' शब्द है जो संस्कृतके 'सैत' शब्दका अपभ्रंश प्रतीत होता है । उस धातुका खनिज काली बालू-जैसा होता है । भारतीय रसायनशास्त्रके लेखक डॉ० देसाईका कहना है कि कोबाल्टके लिए प्रयुक्त संस्कृत शब्द बहुत ही सार्थक है । गुल्बर्गा के विद्वान् श्री बापालाल ग० वैद्यका मत भी उसमें मिल्ता है । कोबाल्टके खनिजका निम्नापन कर बालू और पोटेशियम कार्बोनेटके साथ गर्म करनेमें सुन्दर नीले रंगका काल्च बनता था जिसके बारेमें कहा जाता था कि यह उसमें विद्यमान सखियाके धातुमल्लता परिणाम है । परन्तु १८३५ ई०में ब्राण्टने यह बताया कि उस खनिजमें कोई नई धातु है जिसके कारण नीला रंग प्रदान करता है । १८८० ई०में वर्गमानने उस धातुको कोबाल्टके रूपमें प्राप्त किया ।

धातुओंको उनके आक्साइडसे पृथक् करनेकी विगिण्ट पद्धति थर्मालिट विधि कहलाती है। इस विधिमें एल्युमीनियमके चूर्णको धातुके आक्साइडकी बुकनीके साथ कुठालीमें रखकर उसके ऊपर सोडियम पेरॉक्साइड और एल्युमीनियम चूर्णोंका मिश्रण छिड़का जाता है और तब विद्युत् पलीते (fuse) अथवा मैग्नेशियमसे जलाया जाता है। इससे काफी उच्च ताप पैदा होता है, एल्युमीनियमका आक्साइड बनता है और मूल आक्साइडसे धातु पृथक् हो जाती है।

मैग्नीज—हमारे प्राचीन आयुर्वेद ग्रन्थोंमें लोहेके अनेक प्रकारोंका वर्णन किया गया है, जिनमें मैग्नीज धातुका वर्णन भी मिलता है। मैग्नीजका मुख्य खनिज पाइरोल्युसाइट है। संस्कृतमें इसे कृष्णपाषाण—काला पत्थर कहा गया है। इसका दूसरा नाम 'अयस्कान्ति' भी है। लोहेमें समानता होनेके ही कारण इसे यह नाम दिया गया है और इसमेंमें निकलनेवाली धातुको लोहेका ही एक प्रकार मान लिया गया है।

काँच बनाते समय उसकी हरे रंगकी झाँईको दूर करनेके लिए उसमें अल्पमात्रा में पाइरोल्युसाइट मिला देते हैं। पाइरोल्युसाइट कोयलेकी तरह काला होनेके कारण कई लोभी व्यापारी उसमें कोयलेकी बुकनी मिला देते हैं। ऐसा विश्वासघात अनुचित होनेके साथ-साथ खतरनाक भी है, क्योंकि पाइरोल्युसाइटको गर्म करनेसे आक्सीजन गैस निकलती है और गर्म कोयला उसके संयोगसे जल उठता है, परिणाम-स्वरूप विस्फोट होनेका खतरा पैदा हो जाता है।

१७४० ई०में जे० एच० पोइनायक रसायन-वैज्ञानिक यह प्रमाणित किया कि पाइरोल्युसाइटसे बने क्षार लोहेके डमी प्रकारके क्षारोंसे भिन्न होते हैं। इसके बाद १८८२ ई०में सर आर० हडफील्डने मैग्नीज-इस्पातकी खोज की। लोहेकी भिन्न-धातुओंका प्रारम्भ तबमें होता है। इस इस्पातको हडफील्डके अनुसन्धानकी स्मृतिमें हडफील्ड इस्पात कहा जाता है।

मैग्नीजका मुख्य उपयोग लोहा और इस्पात बनानेमें धातु-शोधनके लिए किया जाता है। शुद्ध मैग्नीज धातुको गर्म करनेसे उसमें लोह चुम्बकत्व गुण आ जाता है। ५५ प्रतिशत ताँबा, १५ प्रतिशत एल्युमीनियम और ३० प्रतिशत मैग्नीजवाली मिश्रधातुमें लोह चुम्बकीय गुण होता है।

विश्वकी मैग्नीज, खनिज सम्बन्धी आवश्यकताको रूस (काकेशस प्रदेश) और भारत पूरा करते हैं। ब्राजिल, पश्चिम अफ्रीका और स्पेनमें भी यह खनिज मिलता है।

गुजरातमें पावागढके पास शिवराजपुरमें मैग्नीजकी खानें हैं। मध्यप्रदेशमें झाबुआ जिला, दक्षिण भारतमें विशाखापट्टनम् और सन्दूरमें तथा मैसूर राज्यमें भी यह खनिज मिलता है। ब्राउनाइट, हाउसमेनाइट, सिलोमोलेइम, मैग्नेटाइट और रोडोक्रोसाइट—ये मैग्नीजके अन्य खनिज हैं, परन्तु उद्योगकी दृष्टिसे उतने महत्त्वपूर्ण नहीं हैं।

पोटेशियम पर मेगनेटसे तो कई लोग परिचित होंगे। कुएँका पानी दूषित होने पर कीटाणुओंका नाश करनेके लिए कुएँमें डाले जानेवाले और साँपके काटने पर सर्पदश पर रखे जानेवाले इस पदार्थको देहाती लोग भी 'लाल दवा'के नामसे बहुत अच्छी तरह जानते हैं। पाइरोल्युसाइटको कास्टिक सोडा या पोटाशके साथ मिलाकर हवा मिलती रहे इस प्रकार गर्म करनेसे सारा मिश्रण एक रस होकर हरे रंगका पदार्थ बनता है, जिसमें पानी डालकर हवामें रखने या क्लोरिन गैस पारित करनेसे लाल रंगका विलयन तैयार होता है। इसी विलयनसे पोटेशियम परमेगनेट प्राप्त किया

जाता है। इसके अतिरिक्त मैग्नीजका उपयोग रगरोगन, वार्निश और स्याही बनानेमें भी होता है। इसका औषधीय गुण शामक, रक्तवर्द्धक और आर्तवप्रद है। फोडे-फुन्सी और रक्तविकारोंमें मैग्नीजके इन्जेक्शन लगाये जाते हैं। पाइरोल्युसाइटसे वैद्य लोग अयस्कान्ति भस्म बनाते हैं।

सीसा—सीसा (lead) पुरानी धातुओंमें है। ई० पू० तीन हजार वर्ष पुरानी सीसेकी वस्तुएँ पुरातात्विक अवशेषोंमें मिली हैं। पुराने ग्रन्थोंमें भी सीसेके विभिन्न उपयोगोंके सम्बन्धमें उल्लेख मिलते हैं। परन्तु उस जमानेमें सीसा और रॉंगामे भेद नहीं किया जाता था, दोनोंको एक ही धातु समझा जाता था। रॉंगेको 'सफेद सीसा' कहा जाता था। सीसा भी रॉंगे-जैसी ही मृदु धातु है। उसे सरलतासे मनचाहा आकार दिया जा सकता है। वेविलोनके हैगिग गार्डनमें पौधोंको सीसेके गमलोंमें उगाया जाता था। रोमन लोग सीसेका उपयोग नल बनानेमें करते थे।



भूगर्भमें सीसेकी खान, दक्षिण मिसौरी (संयुक्त राज्य अमरीका)

सीसा प्रकृतिमें स्वतन्त्र धातुके रूपमें उपलब्ध नहीं होता। लेकिन इसके खनिज सर्वत्र फैले हुए हैं। सीसेका मुख्य खनिज गैलिना (galena) कहलाता है। यह सीसे और गन्धकका यौगिक और काले रंगका चमकदार पदार्थ होता है। स्पेन, अमरीका आदि देशोंमें प्रचुर मात्रामें पाया जाता है। बर्मामें सीसा-खनिजकी विशाल खानें हैं। इसके मिवाय अन्य खनिजोंमें इसके कार्बोनेट, सल्फेट आदि यौगिक थोड़ी मात्रामें उपलब्ध होते हैं। हमारे देशमें सीसेके खनिज अधिक मात्रामें नहीं मिलते। शिमला, मदरास और राजस्थान आदि प्रदेशोंमें बहुत कम मात्रामें इस धातुके खनिज मिलते हैं। धातुका निस्सारण करनेके लिए गैलिनाको भट्ठीमें तपानेसे गन्धक पृथक् होता और जलकर सल्फर डाइ-आक्साइड बनता है, जिसका उपयोग गन्धकका अम्ल बनानेमें किया जाता है। सीसा धातुके रूपमें द्रवस्थितिमें भट्ठीके तलमें डकट्ठा होता है। बादमें इसे गुड़ कर लिया जाता है।

सीसेके खनिजमें बहुत कम मात्रामें चाँदी भी रहती है। दुनियाकी अधिकांश चाँदी इसी खनिजसे निकाली जाती है। इसके अतिरिक्त सीसेके खनिजमें सामान्यतः जस्तेका खनिज—जिक

व्लेण्ड भी होता है। इसे स्फालेराइट कहते हैं। इस प्रकार सीसेकी खानवालेको सीसेके साथ-साथ अधिक कीमती धातुएँ उपोत्पादके रूपमें मिलती हैं।

सीसेके खनिजमें धातु निकालनेवाले कारखानोंमें चाँदी और अन्य धातुएँ निकालनेका प्रवन्ध भी होता है। इससे उन्हें सीसेसे होनेवाली आयके अतिरिक्त और भी प्रचुर लाभ होता है। लेकिन उनका यह लाभ सीमा-खनिजमें विद्यमान अन्य धातुओंके अनुपात पर निर्भर करता है। चाँदीयुक्त सीसेको 'आर्जेंटी फेरस लेड' कहते हैं। सीसेके तार नहीं खींचे जा सकते। वह 316° से० ताप पर पिघल जाता है। पानीमें सीसा थोड़ी मात्रामें विलेय है। लम्बे समय तक इस प्रकारका पानी पीनेसे अनेक तरह की बीमारियाँ हो जाती हैं। सीसेका जहर घीरे-घीरे शरीरमें फैलता है। मसूड़ोंके किनारों पर नीली रेखा शरीरमें सीसेका जहर फैलनेकी निशानी है। पहले पानी ले जाने वाले नलोंको बनातेमें सीसेका उपयोग किया जाता था, परन्तु पानीमें सीसेके विषैले प्रभावके कारण इस काममें उसका उपयोग बन्द कर दिया गया।

वेरिगके उपयुक्त फ़ारी धातु (fai metal) सीसेमें दो प्रतिशत वेरियम धातु और एक प्रतिशत कैल्सियम मिलाकर बनाई जाती है। छपाईके टाइप बनानेके लिए जो सीसा काममें लाया जाता है उसमें एण्टिमनी धातु मिली होती है। मोटरमें इन्जिनमें किये जानेवाले पेट्रोलमें सीसेका कार्बनिक यौगिक—टेट्राइथाइल लेड (TEL) मिलाया जाता है। वह प्रत्याघात (anti-knock) की तरह काम करता है। सीसे और रॉंगेकी मिश्रधातुका उपयोग टाँका लगानेके ममाले (solder) के रूपमें किया जाता है।

सिन्दूर अथवा लाल सीसा सीसेकी भस्म है। सीसेके यौगिकोंका विविध औद्योगिक उपयोग उदाहरणके लिए कपड़ोंकी रँगई और छपाई, ओपवियाँ बनाने, रंग-रोगन तैयार करने, काँचको कड़ा करने, मिट्टीके बर्तनोंको काँचित करने, रबरको बल्कनाइज करने आदिमें किया जाता है।

मुरदासख (litharge) सीसेका आक्साइड है। इसका उपयोग आयुर्वेदमें बिगड़े हुए फोड़ों आदि त्वचा रोगोंमें मरहमके रूपमें किया जाता है। मुरदा-सख और चूनेको मिलानेसे जो काला रंग बनता है वह खिजावके रूपमें सफेद वालोंको काला करनेके काम आता है।

सीसेकी एक विशेषता यह है कि वह सल्फ्यूरिक अम्लमें घुलता नहीं, इसलिए सल्फ्यूरिक-अम्लके उत्पादनके लिए 'सीसकक्ष' (lead chamber) बनानेमें इसका उपयोग किया जाता है।

रॉंग—रॉंगे या वगकी जानकारी मनुष्यको बहुत पुरातनकालमें है। पहले ताँबेकी मिश्र-धातु काँसा बनानेमें इसका उपयोग किया जाता था। पूरे कांस्ययुगमें ताँबे और रॉंगेका बहुत महत्त्व रहा। अब तो पीतलके बरतनों पर कलई करने-भरका महत्त्व रह गया है। और वह भी निष्कलक (स्टेनलेस) इस्पात एवं एल्युमीनियमके बने बरतनोंके प्रचलनसे क्रमशः कम होता जा रहा है। इसका महत्त्वपूर्ण उपयोग छोटे-बड़े डिब्बे बनानेमें काम आनेवाली 'टिनप्लेट' अर्थात् लोहेकी चादर या पतरे पर मुलुम्मा चढ़ानेमें किया जाता रहा।

रॉंगे (tin) का प्रमुख खनिज टिनस्टोन या कार्निटेराइट मलाया और बरमा एवं नाइजीरिया और दक्षिण अफ्रीकासे आता है। साफ किये हुए खनिजको 'काला टिन' कहते हैं, उसे कोयलेके साथ मिलाकर परावर्तन भट्ठीमें गर्म करनेसे टिन पृथक् हो जाता है।



इस टिनको विगलन (liquation) विधिसे शुद्ध किया जाता है। अर्थात् परावर्तन भट्ठीमें अशुद्ध धातुको गर्म करनेसे शुद्ध धातु विगलित होकर पृथक् हो जाती है और अपद्रव्यो वाला धातुमल (ताँबा, लोहा, सखिया आदिकी मिश्रधातु) पीछे रह जाता है। आयुर्वेदमें राँगेकी भस्मको वगभस्म कहते हैं और उसका उपयोग रक्तविकारसे होनेवाले फोड़े-फुन्सियोंकी चिकित्सामें किया जाता है।

हमारे देशमें कलई किये हुए पतरोकी खपत लगभग तीन लाख टन है। १९७०-७१में यह खपत बढ़कर पाँच लाख टनके करीब हो जाएगी। कलई करनेके लिए राँगा विदेशोंसे आयात किया जाता है और बिना कलई किये पतरोसे हमारा काम चल भी नहीं सकता। टिन-प्लेट के छोटे-बड़े डिब्बोंकी माँग और खपत बढ़ती ही जाती है। खाद्य पदार्थ, फल आदि पैक करनेके लिए टिन प्लेटके जो डिब्बे बनाये जाते हैं उनमें कतरन बहुत निकलती हैं। इन कतरनों और मिट्टीके तेल, घी, खानेके तेल आदिके काममें आए हुए, काले पड़े हुए, फूटे हुए और अधकचरी कलई उतरे हुए डिब्बोंकी कलई यदि उतार ली जाए तो काफी कीमती विदेशी मुद्राकी बचत हो सकती है। इस प्रकार डेढ़से दो करोड़ रुपयेके राँगेकी बचत हो जाएगी और कुल मिलाकर ५०,००० से ७५,००० टन वजनकी कतरनो और रद्दी मालको अभिसंस्कारित करना पड़ेगा, जो मिल सकता है।

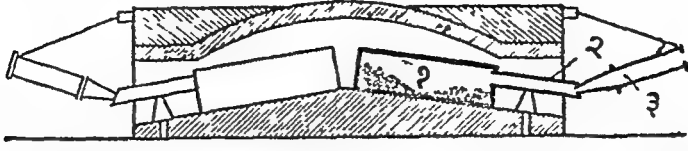
पतरो पर चढ़ी कलई उतारनेके लिए विदेशोंमें क्षार-रासायनिक, (Alkali-Chemical) विधि उपयोगमें लाई जाती है। इसमें गर्म कास्टिक सोड़ेके विलयनमें किसी अवकरणिय (oxidising) पदार्थकी उपस्थितिमें पतरोका रद्दी माल डाला जाता है। पतरो परका राँगा विलयनमें घुल जाता है और सोडियम स्टेनेट नामक पदार्थ प्राप्त होता है। इस पदार्थके विलयनका विद्युत विश्लेषण करनेसे राँगा निकल आता है।

भारतमें केन्द्रीय विद्युत रासायनिक शोध प्रतिष्ठान (Central Electro-Chemical Research Institute) काराईकुडीमें कलई किये हुए राँगेको उतारनेकी एक अम्ल-रासायनिक (acid-chemical) विधि खोजी गई है। इसमें खनिज अम्लके विलयनमें रद्दी माल (scrap) डाला जाता है। राँगा उतरकर नीले लौहोके रूपमें विलयनमें तैरने लगता है। इस विधिसे ८० से ८५ प्रतिशत राँगा टिनप्लेटकी कतरनो और रद्दी मालसे पुनः प्राप्त किया जा सकता है। यह विधि सरल और सस्ती भी है।

जस्ता—जस्ते (zinc) के सम्बन्धमें पुराने उल्लेख बहुत मिलते हैं। ई०पू० ६५० के असीरियाई पुरातात्विक अवशेषोंमें प्राप्त शिलालेखोंमें जस्तेके खनिजका उल्लेख मिला है। ताँवेसे पीतल बनानेके लिए इसी खनिजका उपयोग किया जाता था। लाल रंगके ताँवेसे, जस्तेकी सहायतासे, पीले रंगका पीतल बनता था इसलिए कुछ भोले कीमियागर जस्तेके खनिजको पारस पत्थर कहने लगे थे।

जस्तेको एक स्वतन्त्र धातुके रूपमें अपना निराला अस्तित्व १६९५ ई०में प्राप्त हुआ। इसके खनिजसे धातु निकालनेका काम १७३०में जाकर शुरू हुआ। पुराने जमानेकी रासायनिक शब्दावलीमें जस्तेके लिए 'स्पेटर' शब्दका प्रयोग किया जाता था। अशुद्ध जस्तेको आज भी 'स्पेटर' कहते हैं।

भारतमें जस्तेके खनिज कही भी नहीं हैं। राजस्थानमें ताँवेकी खाने जब चालू थी तो काँसा अवश्य बनाया जाता था, परन्तु पीतल बनानेका कोई उल्लेख नहीं मिलता। वरमामें जस्तेके खनिज प्रचुर मात्रामें उपलब्ध हैं। खनिजसे धातु निकालनेकी विधि सरल है। खनिजका खुलेमें निस्तापन करनेसे जस्तेका आक्साइड बनता है, उसे कोयलेकी बुकनीके साथ मिलाकर गर्म करनेमें जस्ता पृथक् हो जाता है। पिछली दो-एक दशाब्दियोंसे विद्युत् द्वारा जस्ता निकालनेकी विधि



जस्ता पकानेकी भट्ठी [१ जस्तेकी कच्ची धातु २ जस्त ३ जस्तेका चूर्ण]

अधिकाधिक प्रचलित होती जा रही है। जस्तेके आक्साइडका सल्फ्यूरिक अम्लमें विलेपन कर उसमें विद्युत् पारित करनेसे जस्ता पृथक् होता है। विद्युत्-विलेपण विधिसे यह लाभ है कि एकदम विगुद्ध जस्ता प्राप्त होता है। जस्तेके स्फटिक पट्कोणी प्रिज्म (prism) आकारके होते हैं। जस्ता 420° से० तापमान पर विगलित होता और 909° से० पर उबलने लगता है। जस्तेके बरतनमें पानी भरकर रखनेसे जस्ता पानीमें घुलता है। हमारे दैनन्दिन उपयोगकी अनेक वस्तुओंमें जस्तेका उपयोग निरन्तर बढ़ता जा रहा है।

कम अनुपातवाली जस्तेकी मिश्र धातुओंमें गिट्टिंग मेटल (३ ८ प्रतिशत जस्ता), तोम्बाक (१० से १८ प्रतिशत जस्ता) और पिञ्चवेक (७ से ११ प्रतिशत जस्ता) का उपयोग किया जाता है। जस्ता मुख्यतः लोहेके पतरो (चादरो) पर मुलम्मा चढ़ाने (जस्तीकृत करने) और पानीके नलोको जस्तीकृत करनेके काम आता है।

जैव-रासायनिक क्रियाओंमें जस्ता कोई महत्त्वपूर्ण भूमिका अदा करता हो, ऐसा नहीं प्रतीत होता। फिर भी यहाँ यह उल्लेखनीय है कि साँप के विषमें ०.११ से ०.५६ प्रतिशत जस्तेके संयुक्त पदार्थ होते हैं।

मैग्नेशियम और एल्युमीनियम

आधुनिक युगमें धातुओंमें इस्पात और गजबल्ली (कान्तिसार) पहले नम्बर पर हैं। अब मैग्नेशियम और एल्युमीनियम धातुएँ बड़ी तेजीसे इस्पातका स्थान ले रही हैं। इनकी मिश्र धातुएँ वजनमें हल्की होनेके साथ-साथ इस्पात जैसी मजबूत और अन्य अपेक्षित गुणोंवाली भी होती हैं। जर्मनी, हॉलैण्ड और अमरीकामें तो पिछले पचीस बरसोंमें मैग्नेशियमसे बनाई गई मिश्र धातुओंका प्रचलन खूब ही बढ़ गया है। इस्पातके स्थानापन्नके रूपमें मैग्नेशियम और एल्युमीनियमकी उपयोगिता निर्विवाद सिद्ध हो चुकी है।

मैग्नेशियम—मैग्नेशियम एल्युमीनियमसे भी हल्की धातु है। वायुयानोंके अवयव (parts) बनाने और आधुनिक युद्ध संचालनमें इसका खूब उपयोग किया जाता है। मैग्नेशियममें जरकोनियम और थोरियम-जैसी विरल धातु मिलाकर जो मिश्रधातु बनाई जाती है उसका उपयोग युद्धकालीन अग्नि बमोंमें किया जाता है। तीसके बरस पहले इस धातुका बहुत ही कम उपयोग होता था।

मैग्नेशियम धातु अपने रासायनिक रूप में पृथ्वी की सतह पर सर्वत्र विखरी हुई मिलती है। उनके खनिजों में मैग्नेसाइट, डोलोमाइट और कार्नालाइट औद्योगिक दृष्टि में उपयोगी हैं। ऊष्मा द्वारा घुलाये हुए मैग्नेशियम क्लोराइड में विद्युत् पारित करने में यह धातु पृथक् होती है। कैनाडा में आविष्कृत एक नई विधिके अनुसार डोलोमाइट और लोहयुक्त मिलिकोनका मिश्रण भट्ठी में पक करके गर्म करने में मैग्नेशियम अपने वाष्पीय रूप में पृथक् होकर भट्ठी के मुँह पर जमा हो जाता है। इस विधिके सबसे बड़ा लाभ यह है कि मैग्नेशियम के कम अनुपातवाले अशुद्ध खनिजों में भी मैग्नेशियम का निस्सारण किया जा सकता है। हल्की होते हुए भी मैग्नेशियम धातु खूब मजबूत होती है। फिर इसे जग नहीं लगता। तीन प्रतिशत नमक के विलयन में छह वर्ष तक रखने पर भी केवल ऊपरी (बाहरी) सतह पर थोड़ा-सा मोरचा दिखाई देता है। मैग्नेशियम का उपयोग युद्ध के समय अग्नि बम बनाने और शान्तिके समय बैटरी और ट्राईसेल बनाने में जर्मने के स्थान पर किया जाने लगा है।

विजली की ओर अन्य भट्ठियाँ बनाने के लिए काम में ली जाने वाली ईंटें मैग्नेसाइट खनिजों में तैयार की जाती हैं। ये ईंटें काफी तेज गर्मी सह सकती हैं। माधारण ईंटें गर्मी लगने ही भुरभुरी होकर बिखर जाती हैं। तेज आँच सहने वाली उष्णतारोधक ईंटों को 'ऊष्माग्रह' या 'रिफ्रेक्टरी' ईंटें कहते हैं। मैग्नेसाइट की अपेक्षा प्रवृत्ति में, डोलोमाइट अधिक तादाद में मिलता है। निर्माणकार्यों में पत्थर के स्थान पर इसका उपयोग एक सर्वविदित तथ्य है।

मैग्नेशियम की निम्न मिश्रधातुओं का उद्योग में प्रचुर उपयोग किया जाता है

मैग्नेशियम—१० प्रतिशत मैग्नेशियम + ९० प्रतिशत एल्युमीनियम।

ड्युरैल्युमिन—९४ ४ प्रतिशत एल्युमीनियम :- ० ९५ प्रतिशत मैग्नेशियम :- ८ ५ प्रतिशत तांबा :- ० ७६ प्रतिशत मैगनीज (इसे ५२० डिग्री पानी गिलाने में इसकी कठोरता खूब बढ़ जाती है)।

हालने इस कामको करनेका बीडा उठाया। तीन वर्षकी घनघोर मेहनत के बाद, विश्वके महान् रसायनज्ञ जो नहीं कर सके थे उसे इस युवक छात्रने सम्भव कर दिखाया। उसने



एल्युमीनियमके खनिज वाक्साइड (एल्युमीनियम आक्साइड) से विद्युत्-विलेपण द्वारा एल्युमीनियम धातुको पृथक् किया। वाक्साइडमें अनेक अशुद्धियाँ (अपद्रव्य) होती हैं। धातु शोधनके लिए काममें लानेसे पहले उसमें शुद्ध एल्युमीनियम आक्साइड (एल्युमिना) बनाना पड़ता है।

इसके लिए वाक्साइडको गर्मीमें सोडेके साथ अगारो-जैसा लाल होने तक निस्तापित करनेसे उसमेंके एल्युमीनियम आक्साइडका सोडियम एल्युमिनेटमें रूपान्तर होता है। यह धार पानीमें विलेय है इसलिए अपद्रव्योंमें से इसका निस्त्यन्दन कर लिया जाता है। इस विलयनमें कार्बन डाइआक्साइड गैस पारित करनेसे शुद्ध एल्युमीनियम हाईड्राक्साइडका पृथक्करण होता है। इस हाईड्राक्साइडको गर्म करनेसे पानी निकल जाता है और शुद्ध आक्साइड बनता है। इसका गर्म कार्बोलाइटमें विलेयकर कार्बनके विद्युदग्रका उपयोग करते हुए विद्युत् विलेपण करनेसे एल्युमीनियम धातु पृथक् होती है।

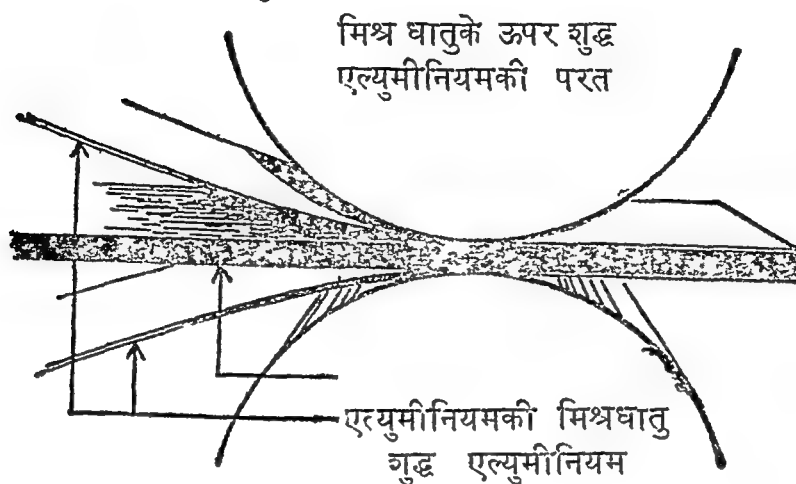
चार्ल्स मार्टिन हॉल (१८६३-१९१४)

एल्युमीनियम सामान्यतः मृदु और हलकी धातु होते हुए भी उसकी मिश्र धातुएँ इस्पात जैसी कठोर, रागे-जैसी चमकदार, जस्ते-जैसी टिकाऊ और ताँवे-जैसी विद्युत् सवाहक होती हैं। ताँवेमें ४ ११ प्रतिशत एल्युमीनियम मिलानेसे एल्युमीनियम ब्राञ्ज नामक एक नये प्रकारका काँसा बनाया जाता है, जिसमें राँगा नामको भी नहीं होता।

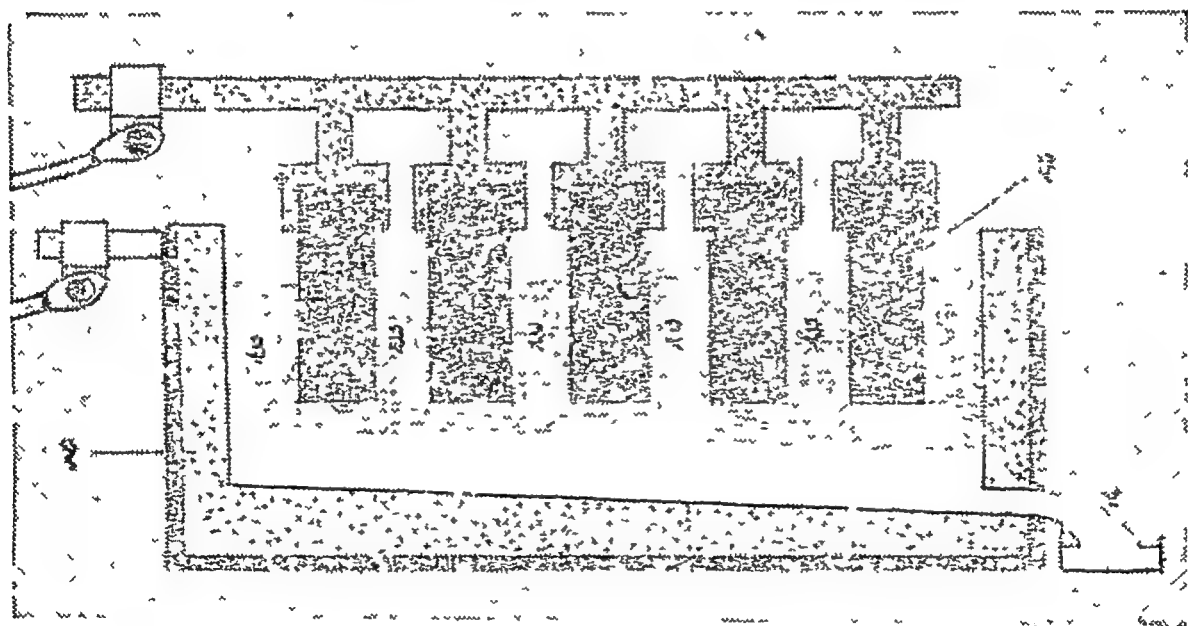
एल्युमीनियमकी उपयोगी मिश्रधातुओंमें मैग्नेशियम और ड्युरेल्मिनका उल्लेख तो पीछे किया जा चुका है। वायुयानके विभिन्न अवयवोंके निर्माणमें इन मिश्रधातुओंका उपयोग किया जाता है। एल्युमीनियम पर कई रसायनों और गैसोंका प्रभाव नहीं होता इसलिए मद्यके आसवन और पेट्रोलियमके परिष्करणमें एल्युमीनियमके बरतनों और उपकरणोंका उपयोग किया जाता है। साधारणकोटिके उपयोगमें सिगरेट, चाकलेट, मिठाई आदिको लपेटनेके लिए एल्युमीनियमकी पतली पन्धियाँ अधिकाधिक काम में ली जाने लगी हैं। भारतमें ताँवा बहुत कम मात्रामें निकलता है। उसे विदेशोंसे आयात करना पड़ता है। इस बातको ध्यानमें रखते हुए तारके रस्से, डाइनेमो और मोटरकी कुंडलियों (coils) आदिमें एल्युमीनियमके तारका उपयोग आरम्भ किया गया है। रॉकेटमें ठोस ईंधनके रूपमें एल्युमीनियमके चूर्णका उपयोग अन्य ईंधनोंके साथ

किया जाने लगा है। हमारे देशमे एल्युमीनियमका प्रचलन करनेवाले मद्रासके इंजीनियरिंग कालेजके प्राध्यापक सर एल्फ्रेड चेटर्टन थे। उन्होंने १८९८ मे मद्रासके आर्ट स्कूलमे वरतन और

एल्युमीनियमकी मिश्र धातुको सक्षारण और जगसे बचानेके लिए उसपर शुद्ध एल्युमीनियमकी परत चढाई जाती है।



अन्य चीजे बनानेका कारखाना शुरू किया, १९०० मे इण्डियन एल्युमीनियम कम्पनीने चेटर्टनसे यह काम ले लिया।



एल्युमीनियम आक्साइडके विद्युत्-विश्लेषण द्वारा एल्युमीनियम-उत्पादन
[१ कार्बनके अस्तरवाला डिब्बा, २ कार्बनकी छडे, ३ विगलित कायोलाइटमे घुला हुआ एल्युमीनियम आक्साइड, ४ विगलित एल्युमीनियमका द्रव]

एल्युमीनियमके उद्योगमे वाक्साइट और सस्ती विजलीकी विशेष रूपसे आवश्यकता होती है। हमारे देशमे कई स्थानो पर वाक्साइट सुलभ है। ताता, मैसूर और अन्य कम्पनियाँ

प्रपातके जलसे सस्ती विजली पैदा करती है। इसलिए इस दिशामें विकासकी बहुत अच्छी सम्भावनाएँ हैं। स्वाधीनता के बाद हमारे देशमें एल्युमीनियमका निस्मारण करनेवाले कई कारखाने आरम्भ हुए हैं।

एल्युमीनियमके वरतनमें लवण रखनेसे उसमें छेद हो जाते हैं। उन छेदोंको टाँका लगा कर बन्द करना मुश्किल होता है, क्योंकि कि ताँवे-पीतलकी चीजोंकी तरह एल्युमीनियमकी झलाई नहीं की जा सकती। लेकिन दिल्लीकी वैज्ञानिक और औद्योगिक अनुसन्धान परिषदके भूतपूर्व निदेशक स्वर्गीय डॉ० शान्तिस्वरूप भटनागर और श्री सुन्दररावने एल्युमीनियममें टाँका लगानेके लिए निम्नलिखित माल खोज निकाला है—सुहागा (Borax) ५१ प्रतिशत, पोटेशियम क्लोराइड २५ प्रतिशत, लवण २५ प्रतिशत, टिटैनियम डाइआक्साइड २ ५ प्रतिशत और सोडियम वाइसल्फाइड ११ ३ प्रतिशत—इन सभी चीजोंका मिश्रण करके एल्युमीनियमके जोड़ पर रख 500° से० ताप पर गर्म करनेसे एल्युमीनियमकी झलाई हो जाती है और टाँका लग जाता है। एल्युमीनियमकी ३ ५ मिलीमीटर तककी मोटी चादरके लिए यह माल अच्छा काम देता है। इससे अधिक महीन चादरमें टाँका लगाना मुश्किल होता है और उपर्युक्त माल वेकार हो जाता है।

मोनाजाइट बालू और कुछ विरल धातुएँ

जिसने सिगरेट लाइट न देखा हो, ऐसा आदमी आज शायद ही कोई निकलेगा। पुराने जमानेमें इस कामके लिए चकमक पत्थरका उपयोग किया जाता था। इसलिए सिगरेट लाइटमें चिनगारी पैदा करनेवाले पदार्थको चकमक समझनेकी भूल की जाती है। परन्तु वास्तवमें वह एक मिश्रधातु है, जिसमें लोहेके अलावा सीरियम धातु मिली होती है।

सीरियम धातु प्राप्त करनेका मुख्य स्रोत मोनाजाइट नामक एक प्राकृतिक बालू है। साधारण बालूसे यह भिन्न और विशिष्ट प्रकारकी होती है और दुनियामें केवल दो ही स्थानोंमें पाई जाती है। इस बालूमें सीरियमके अतिरिक्त और भी धातुएँ होती हैं। इस बालूका एक विशिष्ट गुण यह है कि वह रेडियधर्मी होती है। इस बालूके बारेमें हमारा देश बड़ा ही भाग्यवान है। त्रावणकोर (केरल) के समुद्र तटपर मोनाजाइट बालूके सवन निक्षेप हैं। इस धातुकी विश्व-माँगका लगभग ९० प्रतिशत अकेला त्रावणकोर पूरा करता है। बाकी ब्राजिल और ईस्ट-इण्डोनेशिया समूहोंसे आती है। इक्के-दुक्के स्थानोंमें उपलब्ध होनेके ही कारण इस बालूको 'मोनाजाइट' कहते हैं। ग्रीक भाषामें मोनाजाइटका अर्थ है 'अकेला रहना'।

यह बालू लोहेके समान लोह-चुम्बकीय है। इसलिए अन्य पदार्थोंसे इसे पृथक् करनेके लिए लोहचुम्बकीय विधियोंका प्रयोग किया जाता है।

यह बालू कितनी ही विरल धातुओंके फास्फेटोंका मिश्रण है। सीरियमके अतिरिक्त थोरियम, लेन्थानम, फेसियोडियम, डाईडीमियम और अन्य उपयोगी विरलधातुएँ प्राप्त करनेका मुख्य स्रोत मोनाजाइट बालू ही है। मेजोथोरियम नामक रेडियधर्मी तत्त्व भी इसीसे निकाला जाता है। डाईडीमियमवाला चश्मा पहननेवालेकी आँखोंको प्रकाश की चकाचाँधसे हानि नहीं पहुँचती इसलिए वेल्डिंग और भट्ठीके आगे काम करनेवाले श्रमिकोंकी आँखोंकी रक्षाके

लिए इस प्रकारके काचके चश्मोका उपयोग किया जाता है। गैसबत्ती (पेट्रोमैक्स)के मेण्डल बनानेमे प्रयुक्त होनेवाला थोरियम नाइट्रेट मोनाजाइट बालूका उपयोग करके ही बनाया जाता है। विजलीके लट्टुओमे इस्तेमाल किया जानेवाला टंगस्टन धातुका तार भी थोरियमका मिश्रण करके ही बनाया जाता है। मोनाजाइटसे हेलियम गैस निकलती है। (एक ग्राम बालूसे एक घन सेटीमीटर गैस प्राप्त होती है)।

मोनाजाइट बालूमे निहित रेडियधर्मी तत्त्वोके कारण परमाणुशक्तिके लिए इसका उपयोग करनेके सम्बन्धमे अनुसन्धान किये जा रहे हैं। इन अनुसन्धानोने इसका महत्त्व और भी बढ़ा दिया है। युद्ध हो या शान्ति, दोनो ही अवस्थाओमे इस बालूने वैज्ञानिक जगत्मे अपना महत्त्वपूर्ण स्थान बना लिया है।

टंगस्टन—टंगस्टन टिटैनियम, टेण्टालम, जिर्कोनियम और बेनेडियम 'विरल धातुएँ' कही जाती है। इससे गायद ऐसी धारणा बन सकती है कि ये धातुएँ बहुत कम तादादमे मिलती होगी और हमारे दैनिक जीवनमे अधिक काम न आती होगी। लेकिन वात इससे सर्वथा उलटी है। इन धातुओके खनिज अन्य सुलभ समझी जानेवाली धातुओसे अधिक मात्रामे मिलते हैं। जिर्कोनियम ताँबेसे दो-तीन गुना और सीसेसे तेरह गुना अधिक निकाला जाता है। गेलियम धातुके खनिज चाँदीकी अपेक्षा डेढ़ सौ गुना अधिक प्राप्त होते हैं।

इन विरल धातुओका विशेष प्रचलन न होनेका एक कारण तो यह है कि इनके खनिजोसे धातुएँ सरलता और सस्ती विधियोसे नहीं निकाली जा सकती, और दूसरा कारण यह कि प्रचलित धातुओके मुकाबले इनके धात्विक गुण कई बार न्यून पडते हैं। लेकिन फिर भी कई कामोमे इनकी उपयोगिता सिद्ध हो चुकी है। और पुरानी प्रचलित धातुओके बदले नई धातुएँ विशेष महत्त्व प्राप्त करती जा रही हैं।

टंगस्टनका उपयोगी खनिज वुल्फ्राम रॉकेके खनिजोके साथ मिलता है। इसके अलावा गालाइट और फर्बेराइट भी इसके खनिज हैं। वुल्फ्रामकी सबसे अधिक उपज चीन और बर्मामे होती है। टंगस्टन धातुका निस्सारण करनेके लिए टंगस्टिक अम्लको कोयलेके साथ मिलाकर हाइड्रोजन गैसमे अगारेकी तरह लाल तपाया जाता है। टंगस्टनका उपयोग इस्पात उद्योगमे किया जाता है, यह उल्लेख तो पहले हो ही चुका है।

टिटैनियम—१७९० ई०मे एक अगरेज पादरी रेव० विलियम ग्रेगरने इल्मेनाइट नामक एक खनिजमे टिटैनियम नामकी धातुके अस्तित्वका पता लगाया। पौने दो सौसे भी अधिक वर्षोंसे ज्ञात यह धातु अन्य धातुओकी तुलनामे अभी तक अधिक उपयोगी साबित नहीं हो सकी थी। केवल रसायनशास्त्रके अध्येताओके अध्ययनके एक विषयके रूपमे बनी रही। परन्तु जेट विमानके इस युगमे यह धातु वैमानिक उद्योगकी मूलधातुका स्थान ग्रहण कर चुकी है। जेट विमानोको बनानेमे जिन धातुओका उपयोग किया जाता है उनमे टिटैनियमका स्थान सर्वोपरि और अद्वितीय है।

प्रवृत्तिमे टिटैनियम प्रचुर मात्रामे उपलब्ध है। मूलतत्त्वोमे उसका स्थान नौवाँ और धातुओमे चौथा है। लौह, एल्युमीनियम और मैग्नेशियमके बाद इसकी नम्बर आता है। १९४७मे मे टिटैनियमका उत्पादन केवल २ टन था, जो १९५४मे बढ़कर ५००० टन तक पहुँच गया।

प्रकृतिमें प्रचुर मात्रामे उपलब्ध इस धातुके मुख्य खनिज रुटाइल और इल्मेनाइट हैं। इल्मेनाइट बिलकुल कोयले-जैसा काला होता है। त्रावणकोरमें यह खूब होता है। दुनियाके देशोंको



जेट विमानके निर्माणमें टिटैनियम धातु मूल धातुका स्थान ग्रहण कर चुकी है।

लगभग ६८ प्रतिशत इल्मेनाइटकी पूर्ति अकेला त्रावणकोर करता है। उसके बाद नार्वेका नम्बर आता है। आश्चर्यकी बात तो यह है कि इस काले पदार्थसे बढिया सफेद रंग बनाया जाता है। महाराष्ट्र राज्यके रत्नागिरी जिलेमें इल्मेनाइटका खनिज मिला है, जिसमें २७ से ७५ प्रतिशत तक इल्मेनाइट होनेका पता चला है।

रुटाइल आस्ट्रेलियामें प्रचुर मात्रामें होता है। उससे न्यून मात्रामें ब्राजिल, अमरीका और नार्वे आदि देशोंमें पाया जाता है। रुटाइल सफेद पदार्थ है। चीनी मिट्टीके बरतनोपर एनैमल चढानेमें इसका खूब उपयोग किया जाता है। नकली दाँतो (वक्तीसी) पर प्रकृत रंगकी पालिश चढानेमें भी इसका उपयोग होता है।

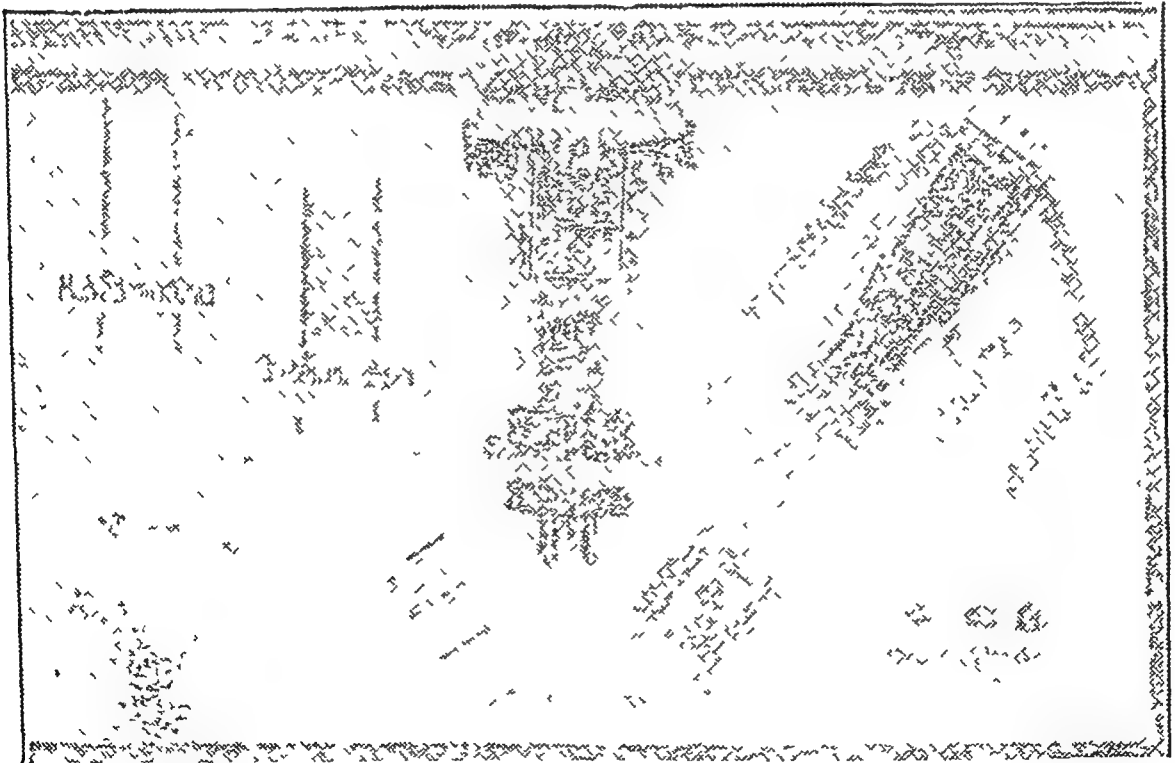
खनिजोंसे टिटैनियम धातुका निस्सारण करनेके लिए खनिजोंको साफ करके उनमें विद्यमान टिटैनियम डाइआक्साइडको सान्द्रित किया जाता है, फिर उसे कार्बनके साथ विजलीकी भट्ठीमें गर्म करनेसे कार्बन युक्त टिटैनियम बनता है। शुद्ध धातु बनानेके लिए डाइआक्साइडको कैल्शियम धातुके साथ गर्म किया जाता है।

यह हुई एक विधि। एक और भी विधि प्रचलित है। उसमें पहले टिटैनियम डाइआक्साइडसे टिटैनियम क्लोराइड तैयार किया जाता है। इस क्लोराइडको मैग्नेशियम धातुके साथ गर्म करनेसे टिटैनियमका धातु रूपमें पृथक्करण होता है। इधर कुछ दिनोंसे मैग्नेशियमके स्थानपर सोडियम धातुका उपयोग करनेकी विधि प्रचलित हुई है। इस विधिसे टिटैनियम धातुका 'स्पज' तैयार होता है, जिसे भट्ठीमें गर्म करके टिटैनियम धातुके ढोके बनाये जाते हैं।

टिटैनियम एल्युमीनियमसे केवल डेढ़ गुना भारी है। मजबूतीमें वह निष्कलक स्टीलके समान होता है। न तो उसे जग लगता है और न उसका सक्षारण ही होता है। एक ओर उसमें लोहेके तो दूसरी ओर एल्युमीनियम-जैसी हलकी धातुके भी गुण होते हैं। टिटैनियमकी मिश्र धातुएँ इस्पात-जैसी दृढ़ परन्तु उससे केवल आधे घनत्ववाली होती हैं। टिटैनियमका द्रवांक इस्पातमें 2000° से० अधिक यानी 1720° से० है। उपर्युक्त गुणोंके कारण वायुयानोंके निर्माणमें उसका उपयोग बराबर बढ़ता जा रहा है।

अभी तक 'टिटैनियम स्पज' के उत्पादन पर अमरीका और जापान का एकाधिकार था। दोनों देशोंने अपना उत्पादन खूब बढ़ा लिया है। अब कनाडा भी बाजारमें आया है। और रूस भी इस धातुको बनाने लगा है।

जिरकोनियम—जिरकोनियम टिटैनियमका भाई है। इसपर अम्लका असर नहीं होता इसलिए अम्ल-सह उपकरणोंके निर्माणके लिए वह बहुत उपयोगी है। जिरकोनियम दहनशील-धातु है। यदि समान आयतनके पानीमें न रखा जाए तो जोरकी लपट और भीषण धडाकेके साथ यह जल उठता है। अग्नि बम बनानेमें इसका उपयोग किया गया था। परमाणु अभिक्रियक (atom reactor) में यूरेनियम और थोरियम अनिवार्य होते हुए भी उनके इस्तेमालमें यह कठिनाई थी कि अभिक्रियकके उच्चतापके कारण ये धातुएँ कमजोर पड़ जाती थी। अन्तमें उन्हें जिरकोनियमसे मढ़ कर देखा गया तो काम सरल हो गया।



निर्वात ट्यूब (वाल्व) में टेटालम और मालिब्डिनमका उपयोग

टेटालम—टेटालम परमाणु शक्तिके कारखानोंके निर्माणकी धातुके रूपमें उपयोगी सिद्ध हुई है। टेटालमका शल्य चिकित्सामें भी खूब उपयोग होता है। गरीरके रसों, द्रवों और स्रावोंका

इस पर कोई प्रभाव नहीं होता, इसलिए हड्डियोंके पूरक हिस्सोंके रूपमें और प्लास्टिक सर्जरीमें तारके टाँके लगानेमें इसका उपयोग किया जाता है। बैटरीसे चलनेवाले रेडियोसेटके एक्-दिशकारी (rectifier) सेलमें भी इसका उपयोग होता है।

टेतालमका खनिज टेतालनाइट कठोर, काला और भारी होता है। हमारे देशमें मैसूरमें काश्मीर तक दसों स्थानोंमें यह मिलता है। इसके साथ-साथ कोलम्बियम धातुका खनिज कोलम्बनाइट भी पाया जाता है।

मालिब्डिनम—मालिब्डिनम धातु निर्माण कार्योंके लिए बहुत उपयोगी है। इसमें 'मैली स्टील' बनाया जाता है। इसके दो उपयोगी खनिजों, मालिब्डेनाइट और वुल्फेनाइटकी पूर्ति मुख्यतः अमेरिका द्वारा ही की जाती है। मालिब्डेनाइट ग्रेफाइटसे मिलता-जुलता और उसके साथ ही प्राप्त होता है।

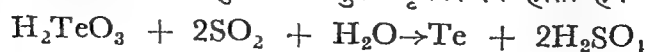


लोहेकी खान—टावर्ग स्मॉलैण्ड, स्वीडन

[इस खानके लोहेसे सेल्फस्ट्रॉमने वेनेडियमकी खोज की थी।]

वेनेडियम—वेनेडियमका धातुके रूपमें उपयोग नहीं किया जाता, विशेष प्रकारके इस्पातको बनानेमें यह काम आता है। पेट्रोनाइट, रोस्कोलाइट, कार्बोनाइट और वेनेडिनाइट इसके महत्वपूर्ण खनिज हैं। ये खनिज पेरूमें कोयले-जैसी काली शिलाओंमें मिलते हैं। इस धातुके विश्व-उत्पादनका ३३ प्रतिशत पेरूसे ही आता है।

टेलुरियम—पृथ्वीके आग्नेय शैलोंमें उनके दसवें भागके बराबर टेलुरियम धातु रहती है। मध्ययूरोप, कोलोरेडो, बोलीविया और जापानमें इसका उत्पादन होता है। सामान्यतः टेलुरियमकी कच्ची धातुको गर्म कर गन्धकके सान्द्र अम्लमें उसका विलेय करनेसे टेल्युराइट बनता है और उसमें सल्फर डाइआक्साइड पारित करनेसे टेलुरियम धातुका पृथक्करण होता है।

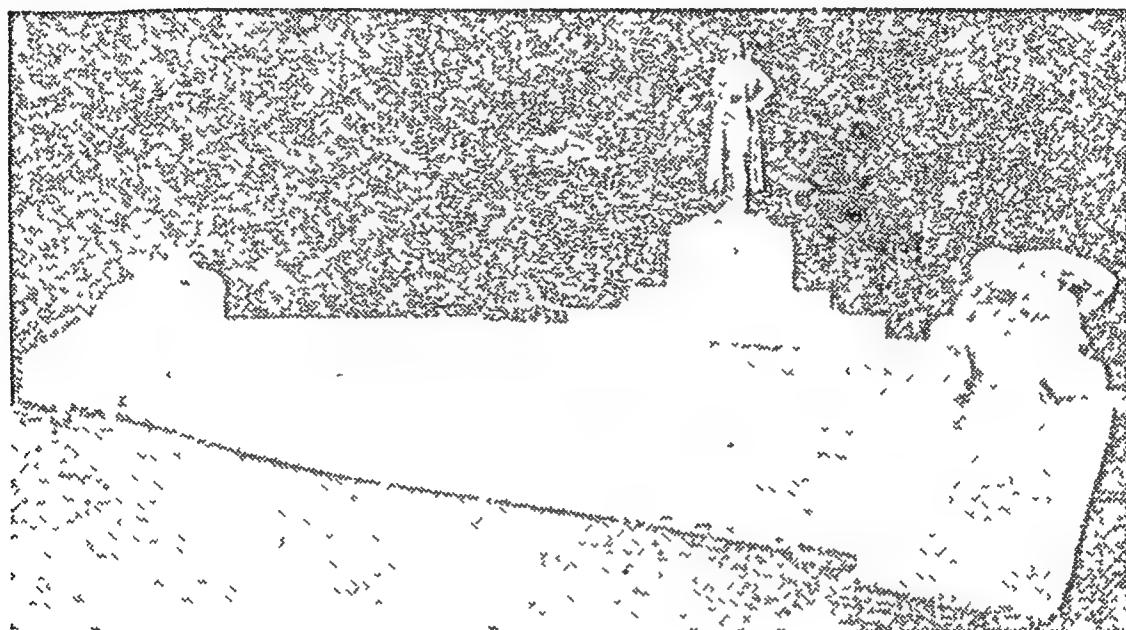


यह धातु स्फटिक और अस्फटिक दोनों ही रूपोंमें प्राप्त होती है। अभी तक यह धातु

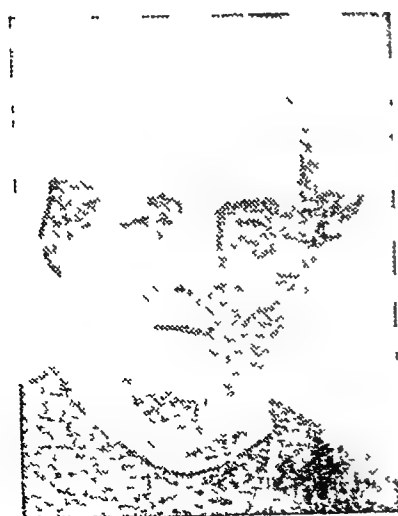
किसी खास काममें नहीं आती थी, परन्तु अब पता चला है कि तापान्तर युग्म (thermo-couple) के लिए यह उपयोगी है।

विस्मय और टेलुरियम धातुके छोरकी झलाई करके उच्चकोटिका तापान्तर युग्म बनाया जा सकता है। जब उनकी सन्धिको गर्म किया जाता है तो ऊष्मा विद्युत् में रूपान्तरित हो जाती है। फिर जब तापान्तर युग्ममें विद्युत् पारित की जाती है तो उसका एक छोर अत्यन्त गर्म हो जाता है और सामनेवाला दूसरा छोर एकदम ठण्डा हो जाता है। इस तरहके तापान्तर युग्मोंका उपयोग करके सर्वथा निगूढ प्रशीतकोका विकास किया जा रहा है। उसके अन्दरका कोई पुर्जा हिलने-डोलनेवाला नहीं होता।

वहरे लोग कानोंमें श्रवण-सहाय (hearing aid) लगाते हैं। उसकी बैटरीकी शक्ति कम हो जानेसे बराबर सुनाई नहीं देता, इसलिए बार-बार बैटरी बदलना जरूरी हो जाता है।



हिडन बर्गमें वन्सनका स्मारक

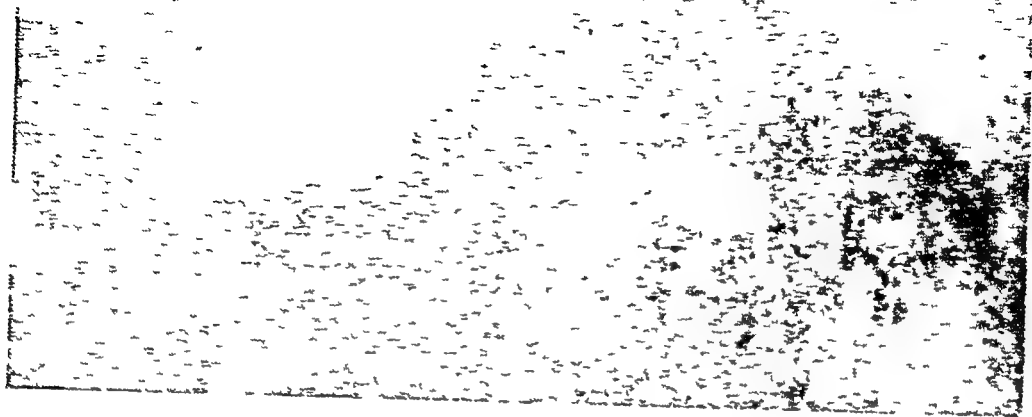


इस प्रकारके श्रवण-सहायमें तापान्तर युग्मका उपयोग करनेके सम्बन्धमें अनुसन्धान किये जा रहे हैं। शरीरकी सामान्य गर्मीसे यह तापान्तरयुग्म विद्युत् उत्पन्न करेगा और उस विद्युत्की सहायतासे श्रवण-सहाय अपना काम करेगा। इस तरह उसको चलानेके लिए किसी बैटरीकी आवश्यकता नहीं रह जाएगी।

राबर्ट विलियम वन्सन

(१८११-१८९९)

रुबिडियमके आविष्कारक, जो केकोडिल $As_2(CH_3)_1$ पर प्रयोग करते समय अपनी आँखें गँवा बैठे।



अल्फ्रेड नोबेल (१८३३-१८९६)

वसीयतनामा

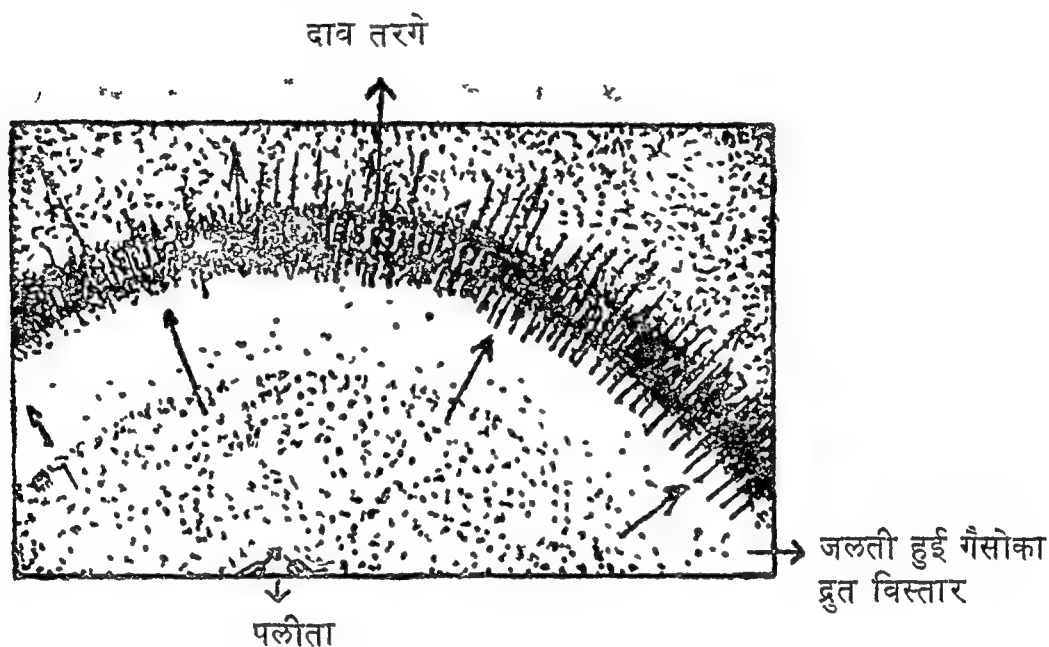
मेरी वसूल की जा सकने योग्य बाकी मारी सम्पत्तिकी व्यवस्था निम्नानुसारकी जाए मेरी सम्पत्तिके न्यासघारी सारी नकद रकमको मुरझिन प्रतिभूतियोंमें लगाएँगे और उनकी एक निधि बनाकर उसके व्याजमें पिछड़े वर्ष जिन किमीने भी मनुष्य जातिको सर्वाधिक लाभ पहुँचानेवाला कार्य किया हो उसे वार्षिक पुरस्कार प्रदान करेगे। उपर्युक्त व्याजके बराबर पाँच भाग किये जाएँगे और उनका विभाजन इस प्रकार होगा—भौतिकीके क्षेत्रमें सबसे महत्त्वपूर्ण आविष्कार करनेवालेको एक भाग रसायनके क्षेत्रमें महत्त्वपूर्ण अनुसन्धान अथवा गवेषणा करनेवाले व्यक्तिको एक भाग गरीर-क्रिया-विज्ञान और चिकित्साके क्षेत्रमें सबसे महत्त्वपूर्ण अनुसन्धान करनेवालेको एक भाग, जिस व्यक्तिने साहित्यके क्षेत्रमें आदर्शवादी दृष्टिकोणसे उल्लेखनीय सृजन किया हो उसे एक भाग, और जिस व्यक्तिने विभिन्न देशोंके बीच पारस्परिक भाईचारा कायम करने, स्थायी सेनाकी समाप्ति या सन्ध्या कम करने और शान्ति स्थापित करनेवाले सम्मेलनोंके द्वारा सबसे अधिक या सर्वोत्तम कार्य किया हो उसे एक भाग प्रदान किया जाए।

भौतिकी और रसायनके पुरस्कार स्वीडनकी राजकीय विज्ञान परिषद् (Royal Academy of Sciences) द्वारा, गरीर-क्रिया विज्ञान और चिकित्सा सम्बन्धी पुरस्कार स्टाकहोमकी कैरोलीन मेडिकल इन्स्टीट्यूट द्वारा साहित्यका पुरस्कार स्टाकहोमकी स्वीडीश साहित्य परिषद् द्वारा और शान्तिके लिए दिया जानेवाला पुरस्कार नार्वेकी समद (नार्वेजियन न्टाटिंग) द्वारा निर्वाचित पाँच व्यक्तियोंकी पञ्च समिति द्वारा दिया जाएगा। मेरी विशेष रूपसे यह इच्छा है कि पुरस्कारोंके वितरणमें प्रत्यागियोंकी राष्ट्रीयता पर बिलकुल ही ध्यान नहीं दिया जाए जिसमें सबसे योग्य प्रत्यागी पुरस्कार प्राप्त कर सके फिर वह चाहे स्केण्डिनेविया-पेरिस नवम्बर २७ १८९५

—अल्फ्रेड बर्नार्ड नोबेल

६ : विस्फोटक पदार्थ

बहुत तेज आवाजके साथ कोई भी पदार्थ टूटता या फूटता है तो कहा जाता है कि 'धमाका हुआ'। ज्वाला या दहनके नामसे पहचानी जानेवाली क्रियामे पदार्थ जलता है, परन्तु आवाज नहीं होती और रासायनिक क्रिया एक-जैसी होती रहती है।



विस्फोटक पदार्थके धमाकेसे उत्पन्न 'दाव-तरंगे'

विस्फोटक पदार्थोंको गर्म करने या फोड़नेसे गैसकी उत्पत्तिके साथ बड़ी तेजीसे रासायनिक परिवर्तन होने लगते हैं। उत्पन्न होनेवाली गैसका आयतन बहुत अधिक होनेके कारण वह अत्यधिक दाव पैदा करती है। इस दावके ही कारण भीषण धमाका होता है। यह धमाका हवामे दाव-तरंगे (pressure wave) पैदा कर देता है।

विस्फोटक दो प्रकारके होते हैं। एक प्रकारमे बारूद, नाइट्रोसेल्युलोज जैसे पदार्थोंका समावेश होता है। ये पदार्थ हल्की किस्मके विस्फोटक कहलाते हैं। इन्हे एक सिरे पर जलानेसे आग प्रति सेकण्ड ४०० मीटर लम्बाई तक पहुँच जाती है। इस प्रकारके हल्के विस्फोटकोंका कई तरहके कामोमे और शस्त्रोंकी दूरवर्ती मारके लिए प्रणोदक (propellant) पदार्थोंके रूपमे उपयोग किया जाता है।

भारी विस्फोटकोंकी गिनती दूसरे प्रकारके विस्फोटकोंमे की जाती है। ये जवर्दस्त धमाकोंके साथ तेजीसे फटते हैं। इनके फटनेसे उत्पन्न होनेवाली दाव-तरंगोंकी गति एक सेकण्ड-

में १००० से ८५०० मीटर जितनी द्रुत होती है। इस कोटिके विस्फोटकोंमें डाइनेमाइट, साइक्लो-नाइट, टी-एन-टी-जैसे प्रबल विस्फोटकोका समावेश होता है। इनसे उत्पन्न गैसोंका आयतन मूल पदार्थसे बीस हजार गुना तक हो जाता है।

वारुद मनुष्य जातिका पहला विस्फोटक माना जाता है, जिसका आविष्कार चीनमें हुआ था। पश्चिमको इससे परिचित करनेका श्रेय अरब लोगोंको है। भारतमें गोला-बारुदका मवमें पहला उपयोग वाबरने इस देशपर अपनी चढाईके समय किया था। सातवीं शताब्दीमें कुस्तुन्तुनियाके निवासियोंने मुसलमानोंसे अपने गहरकी रक्षा करनेमें तेजीसे जलनेवाले एक मिश्रणका उपयोग किया था, जिसे उन दिनों 'यूनानी आग' (Greek Fire) कहा जाता था। तेरहवीं शताब्दीमें मुसलमानोंने अपने जिहादों (crusades) में गन्धक, डामर, नेपथा आदि पदार्थोंका तेजीमें जलनेवाला मिश्रण इस्तेमाल किया था। इतिहासकारोंने उसका वर्णन इन शब्दोंमें किया है "भयकर गर्जनके साथ बिजलीकी गतिसे हवामें उड़ता, मूर-जैसी मोटी पूंछवाला पन्धर जानवर-जैसा दिखाई देता था।"

पहले वास्तविक विस्फोटक बारुदका कब और किमने आविष्कार किया। इसका ठीक-ठीक पता नहीं चलता, परन्तु तेरहवीं शताब्दीके एक फ्रान्सीसी पादरी रोजर बेतनको इसके आविष्कारका श्रेय गलतीसे दिया जाता है।

उन्नीसवीं शताब्दीमें विशेषरूपसे अविकाधिक शक्तिशाली विस्फोटकोंकी खोज, विस्फोटकोंमें निहित क्षमताके विपुल भंडारका अच्छी तरह उपयोग और उमें नियन्त्रणमें रखने तथा शान्ति एवं युद्ध दोनोंही स्थितियोंमें उसका कारगर उपयोग करनेकी दिशामें प्रयत्न किये गए। १३४६ ई० में अगरेजोंने क्रेसीकी लड़ाईमें जिस बारुदका उपयोग किया था उसकी, आजके विस्फोटकोंमें तुलना करने पर हमें इस दिशामें हुई प्रगतिका कुछ अनुमान हो सकता है। कहाँ उस जमानेकी 'घोड़ोंको भटकानेवाले छोटे-छोटे गोले फेकनेवाली' तोपें और कहाँ ४८ किलोमीटर तक एक मीट्रिकटन वजनके गोलोंकी मार करने और पूरे-कै-पूरे गहरको तबाह कर देनेवाली आधुनिक विंगल तोपें?

बारुद पोटेशियम नाइट्रेट (शोरा-साल्टपिटर KNO_3), कोयले और गन्धकका मिश्रण है। विस्फोटकके रूपमें उसका कार्य पोटेशियम नाइट्रेटसे पृथक् होनेवाली आक्सीजनकी मददसे गन्धक और कोयलेके द्रुत दहन पर अवलम्बित है।

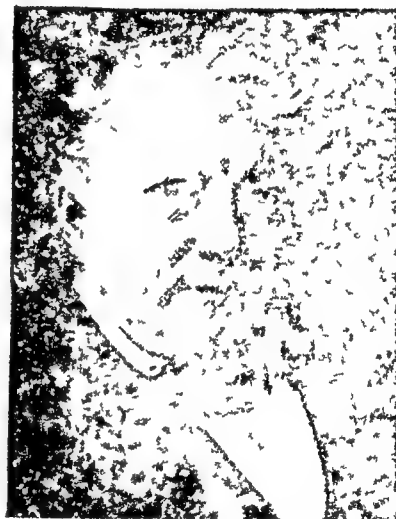
विभिन्न देशोंके बारुदके मिश्रणमें उसके अवयवों (घटकों)का अनुपात एक-जैसा नहीं होता। थोड़ा-बहुत अन्तर रहता ही है। परन्तु सामान्यतः उसमें ७५ प्रतिशत शोरा, १० प्रतिशत गन्धक और १५ प्रतिशत कोयला होना चाहिए।

वर्तमान कालमें बारुद बनानेकी विधियोंमें काफी सुधार किये गए हैं, परन्तु ये सभी सुधार भौतिक अथवा यान्त्रिक हैं—रासायनिक नहीं। बारुदखानेमें काम आनेवाला बारुद काले रंगका होता है। इस 'काले पाउडर'को बनानेके लिए उसके अवयवोंको महीन पीसकर उनका आपसमें मिश्रण किया जाता है। फिर उस मिश्रणको ताँवे अथवा पीतलकी छलनीसे छाना जाता है। मिश्रण बराबर हो सके इसलिए उसे आर्द्र करके खास प्रकारकी चक्कियोंमें पीसकर रोटियाँ बना ली जाती हैं। इस प्रकार तैयारकी हुई 'रोटियों'के टुकड़े कर उन्हें प्रति वर्ग

इस ४०० पोण्डका दाब देकर सख्त बनाया जाता है। उसके बाद उन टुकड़ोंको विभिन्न आकारके दांतोंवाले वेलनोंसे निकालकर महीन दांने बना लिये जाते हैं। फिर इन दांनोंको गोल-गोल घूमनेवाले पोले सिलिण्डरमें घुमाकर ग्रेफाइटसे पालिश किया जाता है। पालिश करनेके बाद इस बारूदको ४०° से० (१०४° फा०) ताप पर हवामें सुखाते हैं। उत्स्फोटन (blasting) विस्फोटकके रूपमें इस बारूदका उपयोग किया जाता है। दोनोंके घनत्व और आयतनके अनुसार उनकी प्रस्फोटकताकी शक्ति न्यूनाधिक होती है। खानोंमें कड़ी परतोंको तोड़ने और आनिगवाजी बनानेमें बारूदका उपयोग किया जाता है। इतना ही नहीं, शेल और टाइमबमके फलीतेकी रिग (छल्ला) भरनेके लिए और शार्पनेल-जैसे अन्य विस्फोटकोंको फोड़नेके 'चार्ज' (आवेशक)के रूपमें भी उसका उपयोग किया जाता है।

अब तो इस तरहके बारूदमें कहीं शक्तिशाली और मध्यम विस्फोटकोंका आविष्कार हो चुका है।

गन-काटन अथवा बारूदी रूई ऐसा ही एक प्रबल विस्फोटक है। १८८६ ई०में वाल (Basle) विश्वविद्यालयके रसायनशास्त्रके प्राध्यापक क्रिश्चियन गॉन्विन अपने घर पर एक प्रयोग कर रहे थे। सहसा उनके हाथमें एक बोतल गिर पड़ी। उसमें नाइट्रिक अम्ल और सल्फ्यूरिक अम्लका मिश्रण था। वह मिश्रण फर्श पर ढुलक गया। उन्होंने अपनी पत्नीके सूती एप्रनसे उसे पोछकर उस एप्रनको चिमनीके पास सूखनेके लिए रख दिया। सूखतेमें ही वह एप्रन महमा जल उठा। सूती एप्रन रूईमें ही तो बना होता है। रासायनिक दृष्टिमें रूईको देखे तो वह सेल्युलोज है। इस प्रकार नाइट्रो-सेल्युलोजका आविष्कार हुआ। नाइट्रो सेल्युलोजमें दोमें चार नाइट्रोसमूह रहने पर उसे पायरोक्सीमलिन और छह नाइट्रोसमूह होने पर गनकाटन कहते हैं।



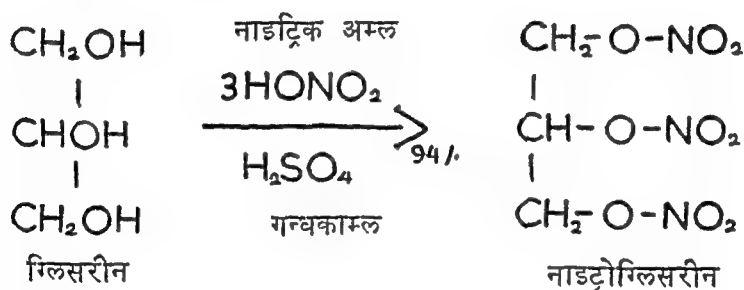
क्रिश्चियन फ्रेडरिक गॉन्विन

[१८९९-१८६८]

इसे बनानेमें रूई और लकड़ीकी लुगदी अथवा घासमें निगले जानेवाले सेल्युलोजका उपयोग किया जा सकता है। परन्तु विस्फोटक बनानेमें तो रूई निकाल लेनेके बाद बिनलेमें लिपटे हुए नरहे रेशोंका ही उपयोग किया जाता है। गन-काटनको मुल्लानेमें वह बहुत तेजीमें जलता है, परन्तु उसमें धमाका नहीं होता। हा, थोड़े मन्कुरी फुस्मिनेट या लेड एक्साइट-जैसे धमाका करनेवाले पदार्थोंमें धरा देनेपर उसका तेजीमें विघटन होता और गंभीर पदार्थोंका विनाश आयतन घटता है। इन रेशोंमें नाइट्रोजन कार्बनके आक्साइड और वाष्प रहता है। ये सभी रेशोंमें रहती होनेके कारण गन-काटनका धमाका होता है तब धुआं नहीं निकलता। फिर गन-काटनकी गीला भी स्नेहाल किया जा सकता है। इसीलिए काफी दाब पर स्वागत करने लिये हुए गन-काटनके लिपटेका रंगही मुन्गो और टारपीडोंमें उपयोग किया जाता है। गन-काटनका विनाशकारी प्रभाव उसके विघटनकी शक्ति पर आधारित है। एक ग्राममात्रा के रूईमें

१/१०० सेकण्ड लगता है, परन्तु इतने ही वजनके गन-काटनको फूटनेमें मिर्फ १/५०००० सेकण्डका समय लगता है। ऐसे ज्वलनशील विस्फोटकको यदि तोपका गोला दागनेके प्रणोदक पदार्थकी तरह इस्तेमाल किया जाए तो तोप ही फट जाए, इसलिए उसका अति सीमित उपयोग ही किया जा सकता है। लेकिन अत्यधिक विनाशकारी विस्फोटकके रूपमें वह अवश्य बहुत ही मूल्यवान है। धूम्रविहीन विस्फोटक होनेके कारण उसका धूम्रहीन चूर्ण (smokeless powder) बनाया जाता है। गनकाटनको विलेय नाइट्रोकाटनके साथ मिलाकर ईथर (अल्कोहल)में गूँघकर गीले आटेकी लोई-जैसा लोचदार कर लिया जाता है। उसके बाद आवश्यक आकार-प्रकारके वेलनमें दबाकर छोटे-छोटे दाने तैयार किये जाते हैं। इसका सबसे पहला उपयोग प्रशियन मेनाने १८६५-में किया था। इस अत्यन्त प्रबल विस्फोटककी विघटन-दरको कम करके, तोपमें प्रणोदककी तरह इस्तेमाल करने योग्य बनानेके लिए डाइफिनाइल एमाइन मिलाया जाता है।

वानस्पतिक तेल या चरबी ग्लिसराइड है। इसलिए वानस्पतिक तेल अथवा चरबीसे बड़े पैमाने पर ग्लिसरीन तैयार किया जा सकता है। पेट्रोलियम परिष्करणशाला (refinery) में भी पेट्रोकेमिकलके रूपमें बड़े पैमानेपर ग्लिसरीन बनाया जा सकता है। नाइट्रिक और सल्फ्यूरिक अम्लोकी क्रिया द्वारा ग्लिसरीन 'नाइट्रोग्लिसरीन' नामक पदार्थमें परिवर्तित हो जाता है। यह द्रव-पदार्थ अत्यन्त प्रबल विस्फोटक है।



१८४७ ई०में इतालवी रसायनज्ञ सोब्रेरो (१८७३-१८९६)ने इस पदार्थको बनाया था। और उसी समय इसका धमाकेके साथ जो प्रस्फोट हुआ उससे वह मरते-मरते बचा था। इस नाइट्रोग्लिसरीनका उपयोग करना बहुत मुश्किल था। जरा-सा जोर पड़ने, धक्का लगने या बरतनके जरा-सा टकरा जाने-मात्रसे इसका धमाकेके साथ प्रस्फोट हो जाता था। इसलिए इसे इस तरह रखना पड़ता था कि जरा-सा भी धक्का न लगने पाए। एक बार अल्फ्रेड नोबेल (१८३३-१८९६)ने नाइट्रोग्लिसरीनकी बोतले कीजेलगर मिट्टीमें दबाकर रखी थी। एक बोतलका द्रव ढुल गया और मिट्टीमें अवशोषित हो गया, परन्तु प्रस्फोट न हुआ। इस घटनाके बाद अल्फ्रेड नोबेलने नाइट्रोग्लिसरीनको कीजेलगर मिट्टीमें मिलाकर रखनेका फैसला किया। ऐसी मिट्टीको प्रस्फोटक पदार्थका धक्का लगने पर ही उसमें मिला हुआ नाइट्रोग्लिसरीन फूटकर धमाका करता था। इस प्रकार नोबेलने टाइनमाइटका आविष्कार कर खूब धन पैदा किया, परन्तु मारे धनका ज्ञानार्जनके हेतु उपयोग किये जानेके लिए एक न्यास बना दिया। आज भी उस न्यासके द्वारा नोबेल पुरस्कार दिये जाते हैं।

डाइनेमाइटका विघटन होने पर नाइट्रोजन, कार्बन डाइआक्साइड, वाष्प और आक्सीजन प्रचुर परिमाणमें निकलती है। डाइनेमाइटको फोड़नेके लिए मरक्युरी फुल्मिनेटका उपयोग किया जाता है। डाइनेमाइटसे कही प्रबल विस्फोटक ब्लास्टिंग जिलेटिन है। ९२ प्रतिशत नाइट्रो-ग्लिसरीनमें ८ प्रतिशत नाइट्रोकाटन अर्थात् कोलोडीओन मिलाकर ब्लास्टिंग जिलेटिन बनाया जाता है। ब्लास्टिंग जिलेटिनकी खोज भी अल्फ्रेड नोबेलने ही की थी। एक दिन अकस्मात् उसकी अगुलीसे खून निकल आया। उसने अगुली पर लगानेके लिए कोलोडीओन मँगवाया। घाव पर लगाते समय सहसा एक विचार उसके मनमें कौंध गया। कोलोडीओन भी नाइट्रोकाटन ही होता है। उसमें नाइट्रोजनका अनुपात डाइनेमाइटसे कम रहता है। लेकिन यदि उसे डाइनेमाइटसे युक्त कर दिया जाए तो ? और इस विचारको मूर्तरूप देकर उसने ब्लास्टिंग जिलेटिनकी खोज की। उसमें नाइट्रोग्लिसरीन कीजेलगर मिट्टीके साथ नहीं, अपितु एक अन्य प्रस्फोटकके साथ मिला होनेसे विस्फोटकके रूपमें उसकी प्रबलता बहुत ही अधिक हो जाती है।

ब्लास्टिंग जिलेटिनमें पोटेशियम नाइट्रेट, अमोनियम नाइट्रेट, लकड़ीका बुरादा और चाक आदि पदार्थ अलग-अलग अनुपातमें मिलानेसे जेलिग्नाइट नामक पदार्थ बनता है। यह विस्फोटक खानों आदिकी परतोंको तोड़नेमें इस्तेमाल किया जाता है। ब्रिटिश सर्विस पाउंडर कॉर्डाइटके नामसे विख्यात है। ६५ प्रतिशत गनकाटन, ३० प्रतिशत नाइट्रोग्लिसरीन और ५ प्रतिशत वेसलीनको ऐसिटोनके साथ मिलाकर इसे बनाया जाता है। इस मिश्रणको डोरी अथवा रस्सी (chord) के रूपमें द्रव दाब द्वारा मशीनमें निकाला जाता है, इसका कॉर्डाइट (cordite) नाम रखे जानेका यही कारण है।

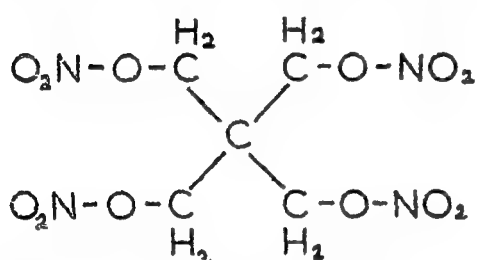
ऐसिटोनका वाष्पीकरण करके उड़ा देनेसे कॉर्डाइट सीग-जैसा बन जाता है, जिस पर धक्कोका कोई असर नहीं होता और इसलिए उसे सुरक्षित रखा जा सकता है। दो अत्यधिक प्रबल विस्फोटकोंका जिलेटिकरण कर देनेसे उनसे मनचाहा काम लिया जा सकता है। विस्फोटकोंके विज्ञानमें यह अत्यन्त महत्त्वपूर्ण और विशिष्ट प्रकारकी खोज मानी जाती है। किसी-न-किसी विधिसे जिलेटिकरण (gelatynize) किया हुआ नाइट्रोकाटन सभी प्रकारके प्रणोदक वारूदोंको बनानेके काममें लाया जाता है।

कोयलेका हवा सहित आसवन करनेसे कितने ही रासायनिक पदार्थ प्राप्त होते हैं, जिनमेंसे कड़ियोंको विस्फोटक बनाया जा सकता है। इस तरहके विस्फोटक वारूदकी तरह काममें लाये जाते हैं।

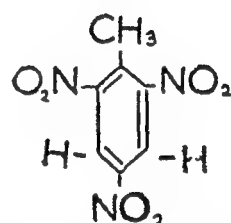
फिनोल (कार्बोलिक अम्ल) पर नाइट्रिक और सल्फ्यूरिक अम्लोंके मिश्रणकी क्रिया होनेसे ट्रायनाइट्रो फिनोल उर्फ पिक्निक अम्ल बनता है। वह कुछ पीला स्फटिकीय पदार्थ होता है, जो रेगम पर पीला रंग चढ़ानेके काम आता है। विस्फोटकके रूपमें उसके भिन्न-भिन्न नाम हैं—मेलिनाइट, लिट्राइट, डुनाइट, परटाइट और गिमोसाइट।

अब पिक्निक अम्लके स्थान पर हाइड्रोकार्बन टोल्युईनसे बना टी-एन-टी० विस्फोटक ज्यादातर इस्तेमाल किया जाता है। इसे ट्रायनाइटोल्युईन अथवा संक्षेपमें टी-एन-टी (T N T) अथवा ट्रोटाईल कहते हैं। यह ठोस पदार्थ है और निरापद रूपमें एक जगहसे दूसरी जगह लाया-ले जाया जा सकता है।

इसके ढेर पर गोली दागनेसे भी कोई खास असर नहीं होता। टी-एन-टी का प्रस्फोट पित्रिक अम्लसे जरा भी निम्न कोटिका नहीं होता। परन्तु उसके कार्बनके परमाणुओंका किसी भी तरह सम्पूर्ण आक्सीकरण न होनेसे टी-एन-टीका प्रस्फोट करने पर काजल-जैसे काले बादल उठते हैं। सम्पूर्ण आक्सीकरण हो सके इसलिए टी-एन-टीमें अमोनियम नाइट्रेट मिलाया जाता है। इस विधिसे बनाया गया पदार्थ ऐमेटोल कहलाता है। उसमें ८० प्रतिशत अमोनियम नाइट्रेट रहता है। यह विस्फोटक प्रथम महायुद्धमें इस्तेमाल किया गया था। टी-एन-टीका द्रवणांक ८१° से० है और उसे भापमें विगलित किया जा सकता है, जिसमें उसके शेल बनाये जा सके। इस दृष्टिमें यह विस्फोटक अद्भुत गुणसम्पन्न भी है। इसीलिए अन्य कई प्रबल विस्फोटकोंका आविष्कार हो जाने पर भी शेलके रूपमें इसका उपयोग अब भी किया जाता है।



पेण्टा ऐरिथ्रिटोल टेट्रानाइट्रेट (P E T N)



ट्राइनाइट्रोटोल्युईन T N T

टी-एन-टी (T N T) और पी-ई-टी-एन (P E T N) (पेण्टा ऐरिथ्रिटोल टेट्रानाइट्रेट)का मिश्रण पेण्टोलाइट कहलाता है।

विगत महायुद्धमें 'ब्लैक वर्स्टर्स'के नामसे प्रसिद्ध बममें भरनेके लिए टी-एन-टी और एल्युमीनियम धातुकी महीन बुकनीका उपयोग किया गया था, इस मिश्रणको ट्रिटोनोल कहा जाता है। अभी तक प्रस्फोटक बारूद (bursting charges)की तरह इस्तेमाल किये जाने वाले अन्य सभी विस्फोटकोंमें साइक्लोनाइट (R D X) सर्वोत्कृष्ट है। मिथेनाॅल या मिथाइल अलकोहलसे इसे बनाया जाता है।

आज जो अनेक प्रकारके विस्फोटक बनाये जा रहे हैं, वे केवल युद्धमें ही नहीं शान्तिके समय भी अनेक उपयोगी कामोंमें प्रयुक्त होते हैं। उदाहरणके लिए खानों और सुरगोंकी खुदाई करनेमें हजारों मजदूरोंका काम इनके द्वारा कुछ ही सेकंडोंमें किया जा सकता है। साथ ही, अनेक प्रकारके अभियान्त्रिक कार्योंमें भी इनका उपयोग किया जाता है। विस्फोटकका नवीनतम उपयोग धातुकर्ममें होने लगा है, जिसके बारेमें पिछले अध्यायमें लिखा जा चुका है। विस्फोटकोंको काममें लाने योग्य बनानेकी विधि खोजे जानेके बादसे उनकी उपयोगितामें बहुत वृद्धि हुई है। अनेक रसायनज्ञोंके अथक परिश्रमके परिणामस्वरूप विस्फोटकोंकी अभूतपूर्व सिद्धियाँ हाथ आई हैं।

विस्फोटकों की विशिष्टताएँ और उपयोग

नाम	रासायनिक सूत्र अथवा संरचना	प्रस्फोट का आवेग मीटर/सेकंड	विस्तार का आयतन सी.सी./१० ग्राम	आघात क्षमता	विशिष्टताएँ और उपयोग
नाइट्रोग्लिसरीन (N.G)	$C_3H_5(ONO_2)_3$	७४५०	५१५	अति उच्च	तेलीय द्रव, ५०° से ० पर वाष्प-शील। नाइट्रोकाटनको प्लास्टिक बनाता है। जिलेटीकरण या कोलोइड करता है। तेलके कुएँ खोदनेमें, डाइनेमाइटका अव-यव, दुहरे पाउडरो में।
सीधे डाइनेमाइट	लकड़ीकी लुगदीमें १५ से ६० प्रतिशत N.G $NaNO_3$ और अम्ल विरोधी पदार्थोंके साथ	N G के अनुपातके अनुसार न्यूनाधिक	N G के अनुपातके अनुसार	सामान्यत निम्न	पनीर-जैसा प्लास्टिक पदार्थ कागजके कारतूसमें भरा हुआ स्फोटक (डिटोनेटर)के द्वारा फोडा जा सकता है। जमनेके बाद निकालना भयंकर। गर्मी और घर्पणके प्रभावसे फूटता है। पानी N G को स्थानान्तरित करता है। कठोर चट्टानों, शिलाओं, कोयला और अन्य खनिजोंको तोड़नेके लिए। भयंकर विनाश कर सकता है।

ऐमोनिया डाइनेमाइट	ऊपरकी तरह N G के खास अंश के बदले NH_4NO_3	११००-१३००० N G के अनुपातके अनुसार बदलता है।	—	सामान्यत निम्न	इतनी ही विस्फोटक क्षमता वाले सीधे डाइनेमाइटसे सस्ता। नरम शिलाओ, चट्टानों और कठिन जमीनको तोड़नेके लिए उपयुक्त, कोयलेकी खानोंमें कोयलेकी परतोंको तोड़नेमें काम आता है।
जिलेटीन डाइनेमाइट	२६ प्र०श० कोलोडीओन काटन, लकड़ी की लुगदी या बुरादा, नाइट्रेट आदिके साथ N G का मिश्रण	६१०० N G के अनुपातके अनुसार बदलता रहता है।]	४१५	निम्न	जेली-जैसा पदार्थ। अति प्रबल विस्फोटक, जलाभेद्य (वाटर प्रूफ)। विशेष विनाशकारी प्रभावके लिए उपयोग किया जाता है। पनडुब्बियोंको उड़ा देता है।
निम्न हिमाक वाले डाइनेमाइट	सीधे डाइनेमाइट या ऐमोनिया डाइनेमाइटके समान परन्तु N. G के बदले इथिलिन ग्लायकोल डाइनाइट्रेट	—	—	निम्न	०° से०से नीचे हिमरू, अम-रीकाके सभी डाइनेमाइट हिमाक वाले होते हैं।
ब्लॉस्टिंग जिलेटीन	N G + ७८ प्रतिशत कोलोडीओन काटन	७८००	५२०	सामान्यत निम्न	व्यापारिक विस्फोटकोंमें सबसे प्रबल और द्रुत। जलाभेद्य। सुरंग बनाने, गहरे कुए खोदने और पनडुब्बियोंके कार्योंमें प्रयुक्त (समुद्रके तलको तोड़नेके लिए)।

नाम	रासायनिक सूत्र अथवा सरचना	प्रस्फोटक का आवेग मीटर/सेकंड	विस्तार का आयतन सी०सी०/ १० ग्राम	आघात क्षमता	विशिष्टताएँ और उपयोग
टी० एन० टी० ट्रायनाइट्रोटोल्युईन	$\text{CH}_3\text{C}_6\text{H}_2(\text{NO}_2)_3$	६८००	२६०	निम्न	शेल या ब्लाकके लिए आसानी से पिघाला जा सकता है। (द्रव-णाक ८० ३° से०) स्फोट होने-पर काला धुआँ निकलता है। शेल और बममे चार्जके रूपमे मकान तोड़नेके लिए, और पानी के अन्दर स्फोट करनेके लिए ब्लाक, ढलाईका तापमान कम करनेके लिए मिश्रणमे प्रयुक्त होता है।
सेमेटोल	(१) D ५० प्रतिशत TNT ५० प्रतिशत NH_4NO_3 (२) २० प्रतिशत TNT ८० प्रतिशत NaNC_3	६९०० ५१००	३०० ३०० निम्न	निम्न निम्न	(१) शेल सरलतासे ढाले जा जा सकते है। शेलको फोड़नेके लिए चार्जके रूपमे। द्रवणाक ८५ से०। (२) शेलमे दबाकर भरा जाता है। ये दोनों सफेद धुआँ छोडते है। TNT के समकक्ष शक्तिवाले बडे शेलमे TNT के स्थान-पर इस्तेमाल किया जा सकता है। ऐसी अमरीकी सैन्य विशेषज्ञोकी राय।

ऐमोनियम नाइट्रेट मिश्रित विस्फोटक	६० प्रतिशत NH_4NO_3 १५ प्रतिशत T N T १८ प्रतिशत Al^{25}O_3 ७ प्रतिशत कोयला	आवश्यकतानुसार मिश्रणके अवयवोमे परिवर्तन किया जाता है। रजकणो-के आकारपर आधारित है।	—	निम्न	प्रणोदक पदार्थके रूपमे कभी-कभी असफल सिद्ध होता है। सरकारी अनुमतिके बिना स्व-तन्त्रतासे उपयोग किये जा सकने वाले विस्फोटकोमे अतीव लोकप्रिय।
D N T डाइनाइ-ट्रोयोल्यूइन	$\text{CH}_3\text{C}_6\text{H}_3(\text{NO}_2)_2$	—	—	"	अन्य प्रवल विस्फोटकोके साथ मिलानेसे उनके स्फोटक वेग और शक्तिको कम करता है। T N T के साथ इसका २० प्रतिशत मिश्रण चट्टानो आदिको उडानेमे प्रयुक्त होता है। ५ प्रतिशत तकका मिश्रण F H N प्रणोदको और गनकाटनके साथ ६ प्रतिशत मिश्रण हलकी किस्मके बारुदमे इस्तेमाल किया जाता है।
R D X साइक्लोनाइट	सममित (सिमेट्रिकल) ट्रायमेथिलिन ट्रायनाइट्रोमाइन	८४००	—	साधारण उच्च	गर्म करने पर २००°से० तापमान-पर विघटन होता है। T N T-से ५० प्रतिशत अधिक प्रवल वम और शेलके चार्जके लिए T N T के साथ मिलाकर इसकी ढलाई की जाती है।
टोर्पेक्स (Torpex)	R D X, T N T और Al के पाउडर का मिश्रण	—	—	निम्न	अत्यन्त प्रवल पानीके अन्दर इस्तेमाल किये जानेवाले विस्फोटकके रूपमे पनडुब्बियोंको नष्ट करनेके काम आता है।

नाम	रासायनिक सूत्र अथवा संरचना	प्रस्फोटक का आवेग मीटर/सेकंड	विस्तार का आयतन सी०सी०/१० ग्राम	आघात क्षमता	विशिष्टताएँ और उपयोग
हेक्सोनिट (Hexonit)	N G और P E. T. N के साथ कम-से-कम १० प्रतिशत R D X का मिश्रण	—	—	निम्न	सबसे प्रबल विस्फोटकोमेसे एक।
हैलीट (E D. N. A.)	इथिलिन डाइनाईट्रामाइन $O_2N \cdot NH \cdot CH_2$ $CH_2 \cdot NH \cdot NO_2$	—	—	R D X से न्यून	T N T से अधिक प्रबल परन्तु R D X से न्यून। R D X के ही समान इस्तेमाल किया जाता है।
पिक्निक अम्ल २ : ४ : ६ टाइनाइडाफिनोल	$(OH) C_6 H_2 (NO_2)_3$	७०००	३००	साधारण उच्च	इसकी ढलाई जोखिम वाली। गर्मियों के उच्च तापमान में अस्थायी। तंबे-जैसी धातुओं के सहारक पिक्नेट बनाता है। मरक्यरी फुल्मिनेट के बदले पलीता लगाने-भरका सीमित उपयोग किया जा सकता है। इसका द्रवणांक कम करने वाले अन्य विस्फोटकों के साथ मिलाकर उपयोग किया जा सकता है। घर्षण और पटके जानेका असर नहीं होता, इसलिए शेल में ठूस-ठूसकर और दबाकर भरा जा सकता है। T N T से कम शक्तिवाला। कवचका भेदन करनेवाले शेल में काम आता है।
ऐमोनियम पिक्नेट (एक्सप्लोजिव)	$(NOH_4) C_6 H_2 (NO_2)_3$	६५००	२३०	अत्यन्त निम्न	

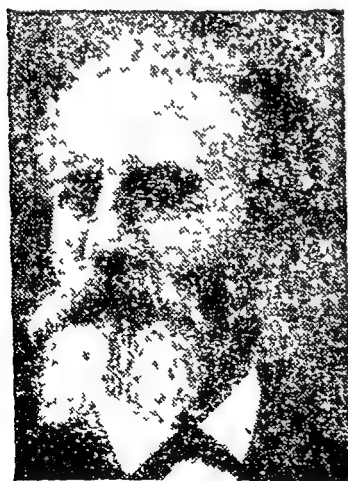
नाइट्रो स्टार्च	स्टार्च के विविध नाइट्रिक ऐसिटेडो का मिश्रण	—	—	निम्न	अत्यन्त सरलतासे जल उठनेवाली सफेद वक्ती। खानोको तोड़नेमें अन्य विस्फोटकोके साथ मिलाकर इस्तेमाल किया जाता है।
टेट्रिल ट्राइनाइट्रोफिनाइल मिथाइलनाइट्रोमाइन	$(\text{NO}_2)_3\text{C}_6\text{H}_2\text{NCH}_3$ NO_2	७२००	३४०	साधारण उच्च	अत्यन्त प्रबल होनेके कारण इसे अन्य विस्फोटकोके साथ मिलाकर सहायक चार्जके रूपमें बेलमें भरा जाता है। विमान-विरोधी तोपोंको दागनेमें चार्जके रूपमें।
P E T N पेटाइट्रि-थ्रिटोल टेट्रा-नाइट्रेट	$\text{C}(\text{CH}_2\text{ONO}_2)_4$	८०००	—	—	अत्यन्त प्रबल विस्फोटकोमेंसे एक। टेट्रिलकी भाँति सहायक चार्जके रूपमें।
पेट्रीटोल	T N T और P E T N का समान मागवाला मिश्रण	—	—	निम्न	अत्यन्त प्रबल वर्स्टिंग चार्जके रूपमें।
मरक्युरी फुलिमनेट	$\text{Hg}(\text{ONC})_2 \cdot \frac{1}{2} \text{H}_2\text{O}$	३९२०	२१३	फोड़ने वाले के रूप में अति उच्च	चिनगारी या गर्म टॉकीके साथ घिसनेसे बड़ी सरलतासे फूटता है। अन्य विस्फोटकोके साथ मिलाकर ज्वाला पैदा करनेके काम आता है। औद्योगिक डलास्टिंगके मुखाग्रमें, बेलके मुखाग्रके पयूजके रूपमें, छोटे कारतूसोंकी टोपियोंमें फोड़नेके लिए फुलिमनेटसे अधिक तापमान चाहिए। अधिक सुरक्षित। ग्राइमरो (रजकी) और पयूजके लिए उपयोगी।

द्वि समीक्षारीय चूर्ण Double base Powder	५ प्रतिशत वेसलीन ६०-८०% N G ४०-२० N G	—	—	प्रणोदक (इन्लेण्डमे) । तेजीसे सुलगता है। तोपके छेदों का सक्षारण करता है। मोर्टार और खेल-तमाशेके बारूदके लिए। प्रणोदक (अमरीकामे इस्तेमाल नहीं होता) ।
आल्वा नाइट DINA चूर्ण	डाइ-(२—नाइट्रोआक्सि- इथाइल नाइट्रामिन)	—	—	समुद्री बारूदमे काम आता है।
राकेट पाउडर (विलायकहीन चूर्ण)	५०% N G द्वारा फ्लस्टिडाइड नाइट्रो सेल्यूलोज स्थिरता लाने वाले पदार्थ और पोटेसियम क्षार	—	—	एक-जैसा जलनेवाला बारूद ४५ इंच तकके राकेटमे इस्तेमाल किया जाता है।
रासायनिक प्रणोदक	८०-९०% हाइड्रोजनपेरो- क्साइड + Ca, Na या K परमेनेट पोटास (या पानी वाला) हाइड्रोजीन सल्फेट + मिथाइल ऐलकोहल सघूम नाइट्रिक अम्ल + एजामीन	—	—	पेट्रोल ईंधनके आक्सीजनकी की पूर्ति करता है। टरबाइन या या पनडुब्बीके लिए। बी-२ राकेटमे। जेट मोटोरोमे। त्वरित दहन। टारपीडो टर- बाइन चलानेके लिए।
काला चूर्ण	अम्ल मिश्रण + मोनोइथाइल ऐन्थालीन ७५ प्रतिशत KNO ₃ या NaNO ₃ १५ प्रतिशत कोयला १० प्रतिशत गन्धक	—	—	गर्मी और गैस पैदा करता है। वायुयानों के लिए। ऊपर के समान सस्ता। सघूम ज्वाला। कोयले की खानोमे ब्लास्टिंग कारतूस। आतिशबाजी और अभ्यासके लिए बम आदि बनानेमे।
	४००	५०	प्रकीर्ण निम्न	

सच्चा हीरा कोयलेका स्फटिकमय रूपान्तर है। लोहेको खूब गर्म करके और बहुत अधिक दाब पर रखनेसे जो स्थिति पृथ्वीकी सतहके नीचे है (भूगर्भीय स्थिति) कोयले-कार्बनका उसमें विलेय होकर हीरेमें रूपान्तर हो जाता है। रासायनिक विधिसे बनाये गए और खानमेंसे खोदकर निकाले गए हीरेकी उत्पत्तिका ढंग एकही है। हीरेकी सबसे प्रसिद्ध खानें दक्षिण अफ्रीकामें किम्बर्ली-में है। वहाँके हीरे दुनियाभरमें जाते हैं। भारतमें गोलकुण्डा और पन्नाकी हीरेकी खानें प्रसिद्ध हैं, लेकिन आज उनका महत्त्व अफ्रीकाके आगे बहुत कम हो गया है। आज तो दुनियाकी हीरेकी ९६ प्रतिशत पूर्ति अकेला अफ्रीका करता है। किम्बर्लीने दुनियाको लगभग १० टन हीरा दिया है। हीरोका साज-सजावटमें, राजा-महाराजाओंके मुकुटोंकी शोभा बढ़ानेमें और बनवानोंके आभूषणोंमें उपयोग किया जाता है। लेकिन इन सामान्य उपयोगोंके अतिरिक्त विज्ञानके आजके युगमें हीरा और भी बहुतसे काम आता है। हीरा सबसे कठोर पदार्थ है। जिस प्रकार बर्तनका रन्दा लकड़ीकी छीलन उतारता है उसी प्रकार हीरा कठोर वस्तुको छील सकता है। इसलिए कठोर चीजोंको काटनेके लिए हीरेका उपयोग किया जाता है। सिर्फ एक टेण्टेलम नामकी धातु इस मामलेमें हीरेसे बढकर होती है।

यह तो बताया ही जा चुका है कि पहलू तराशनेके बाद ही हीरेकी कीमत आँकी जाती है। खानमेंसे निकला हुआ हीरा एकदम बदसूरत और कोयले-जैसा दिखाई देता है। उसके पहलू-तराशना भी एक कला है। हालैण्डकी राजधानी एमस्टर्डमके कारीगर इस काममें सबसे कुशल हैं। हीरेको हीरेसे ही काटा जाता है। काले या भूरे रंगके हीरेको कार्बनाडो कहा जाता है। हीरेके रूपमें उनका अधिक मूल्य नहीं उठता। लेकिन उनका उपयोग पत्थर काटनेवाले बरमोंकी धार, धातुके तार खींचनेकी डाई आदि बनानेमें किया जाता है। बोरिका चूर्ण हीरेकी पालिश करने या पहलू तराशनेके काममें लिया जाता है।

प्राकृतिक हीरेके समान बनावटी हीरे बनानेके प्रयत्न १८२०से किये जा रहे हैं। १८९६



फर्डिनेण्ड फ्रेडरिक हेनरी मोइज़ॉ
(१८५२-१९०७)

ई०में महान फ्रेच वैज्ञानिक एच० मोइज़ॉने इस दिशामें जो सफलता अर्जित की वह उल्लेखनीय है। इस कार्यके लिए आवश्यक अत्यधिक ऊष्मा प्रदान करनेवाली विद्युत्-भट्ठी बनानेकी विधि उन्होंने खोज निकाली। प्रयोगशालामें हीरा बनानेकी मुख्य समस्या थी कार्बनका हीरेके रूपवाले पट्टकोणी स्फटिकमें रूपान्तर करना। ग्रेफाइट कार्बनका स्फटीय रूपान्तर है अवश्य, परन्तु हीरे-जैसा नहीं। हीरा बनानेके लिए एकदम शुद्ध कार्बन चाहिए। मोइज़ॉने अपनी विद्युत्-भट्ठीमें अत्यन्त उच्च तापमान पर विगलित लोहमें चीनीसे तैयार किए हुए शुद्ध कार्बनका विलयन कर उस मिश्रणको ठण्डा किया तो लोहकी ऊपरी परतें ठोस हो गईं और अन्दरके द्रव लोहको बराबर शिकजेमें पकड़े रखनेसे काफी मात्रामें दाब उत्पन्न हुआ। परिणाम-स्वरूप उसमें जो कार्बन था वह अत्यन्त सूक्ष्म पारदर्शी

हीरेके रूपमें रूपान्तरित हो गया। इसमेंसे हीरेका पृथक्करण करनेके लिए अम्लके द्वारा लोहका विलयन कर अविलेय हीरेको पृथक् कर लिया गया। यह हुई मोइजॉ द्वारा हीरा बनानेकी प्रक्रियाकी रूपरेखा। मोइजॉ द्वारा बनाया हुआ बड़े-से-बड़ा हीरा ०.७ मिलीमीटरका था। प्रकृतिमें मिलनेवाले बड़े हीरो-जैसे जाज्वल्यमान हीरे अभी तक प्रयोगशालामें बनाये नहीं जा सके हैं।

आजकल बाजारमें कृत्रिम हीरे प्रचुर मात्रामें मिलते हैं। एक प्रकारके जगमगानेवाले (द्युतिमान) काँचसे ये हीरे बनाये जाते हैं। सच्चे और कृत्रिम (इमिटेजन) हीरोकी पहचानमें रेडियम खूब उपयोगी होता है। रेडियमकी स्थितिमें, अँधेरेमें, सच्चा हीरा फॉस्फोरसकी तरह चमकने लगता है। कृत्रिम हीरेमें यह गुण नहीं होता। वैद्य लोग हीरेकी भस्म बनाते और टानिककी तरह उसका उपयोग करते हैं। अच्छी प्रकार बनाई हुई हीरेकी भस्म सर्वोत्कृष्ट रसायन समझी जाती है।

एक हीरेको छोड़कर बाकी रत्नोंके मामलेमें विज्ञानने प्रयोगशालामें प्रकृतिका हूबहू अनुकरण कर दिखाया है। नीलम और माणिक बनानेके उद्योग खूब जोरोसे चल रहे हैं। फ्रान्स, स्वीडेन और जर्मनीमें प्राकृतिक नीलम और माणिकसे हूबहू मिलते-जुलते नग बनाये जाते हैं। द्वितीय महायुद्धके बाद इंग्लैण्डमें भी यह उद्योग विकसित हुआ। माणिक बर्मामें—खासतौर पर माडलेमें और स्याममें मिलता है। रंग उसका खूब चमकीला—चटक—लाल होता है। इसीसे मिलते हुए आसमानी रंगके रत्न स्याममें निकलते हैं, जो नीलम कहलाते हैं। गहरे नीले रंगके नीलमको शनिका नग या पत्थर भी कहते हैं। माणिकका रंग उसमें विद्यमान क्रोमियमके कारण है। नीलमका रंग टिटैनियमके कारण है। ये पदार्थ खनिज कोरण्डम या घुरुन्द एल्युमीनियम आक्साइडका पारदर्शी रूप हैं।

शुद्ध एल्युमीनियम आक्साइडमें उचित अनुपातमें अन्य आवश्यक पदार्थ मिलाकर विद्युत्-भट्ठीमें अत्यधिक ऊष्मा पर गर्म करके नीलम और माणिक बनाये जा सकते हैं। इन कृत्रिम पदार्थोंका रासायनिक संघटन प्राकृतिक नमूनों-जैसा ही होता है।

पुखराजका रंग सफेद होता है। कोई-कोई पीले रंगका भी होता है। पीले पुखराजको बृहस्पति कहते हैं। इस जातिके रत्न श्रीलंकासे प्राप्त होते हैं।

सुन्दर हरे रंगका पन्ना (मरकत) आपने देखा है? सभी रत्नोंमें पन्ना सर्वाधिक कीमती समझा जाता है। यह पन्ना बेरिलियम नामकी एक विरल धातुके खनिज बेरिलकी जातिका है। पन्नेका हरा रंग उसमें उपस्थित क्रोमियमका आभारी है। बेरिलमें एल्युमीनियम और बालूका बेरिलियममें संयोजन हुआ है। विज्ञान प्रयोगशालामें पन्ना बनानेमें सफल हो गया है। पन्नाको संस्कृत भाषामें मरकत कहते हैं। महाकवि कालिदासने मेघदूतमें यक्षके घरका वर्णन करते हुए 'मरकत-

गिलावद्ध सोपानमार्गी' कहा है। इससे पता चलता है कि पन्ना बहुत पुराने कालमें ज्ञात रहा है।

पन्ना रासायनिक गन्दावलीमें बेरिलियम एल्युमीनियम सिलिकेट है। इस पदार्थको स्फटिीय बनानेकी एक विधि यह हो सकती है कि अत्यधिक ऊष्मा पर ज्यादा विलेय विलायक इसके लिए खोज निकाला जाए। इस विलयनको ठण्डा करनेमें वह पदार्थ स्फटिीय रूपमें पृथक् हो जाता है। पन्ना पानीमें एकदम अविलेय है। इसलिए पानीमें अविलेय पदार्थ बनानेका अनुमन्वान १९१२में जर्मनीमें फ्राकफुर्ट विश्वविद्यालयके खनिज-विज्ञानके प्राध्यापक नाकेनने आरम्भ किया। विज्ञानकी परिभाषामें जिसे पानीका क्रान्तिक ताप (critical temperature) कहते हैं उस ताप पर पन्ना और उसकी तरहके अन्य अविलेय पदार्थोंका विलयन कर उसमेंसे स्फटिकोंको पृथक् करनेमें वे १९२८में सफल हुए। बेरिलियम आक्साइड, एल्युमीनियम और बालूको बराबर आवश्यक अनुपातमें मिलाकर गजबल्लीके बन्द भाप विसक्रामक (auto clave)में कास्टिक सोडेवाले पानीके साथ ३७०-४०० अंश सेन्टिग्रेड ताप पर गर्म किया गया। यह क्रिया थोड़े दिन चालू रखी गई। इस परिस्थितिमें सारे भाप विसक्रामकमें पानी क्रान्तिक तापके आस-पास रहता है। इस विधिसे एक केरेट (०.२ ग्राम) वजनके कृत्रिम पत्ते वे बना सके। आगे चलकर अनेक प्रयोगोंके उपरान्त एक सेटीमीटर लम्बे और २.३ मिलीमीटर चौड़े पत्ते बनानेमें वे सफल हो गए। इस प्रकार विज्ञानने पत्ते-जैसा कीमती जवाहर भी अपनी प्रयोगशालामें बनाना शुरू कर दिया।

उत्तम मोती गोल, चमकीला और वजनमें भारी होता है। आजकल बाजारमें नकली मोती बहुत मिलने लगे हैं। मोती कैल्सियमका यौगिक है। बड़िया मोती सोराष्ट्र, ईरान और रामेश्वरम्के पास समुद्रमें छिछले पानीके किनारे होते हैं। मोती अपनी सीपमें पकता है। वैद्य मोतीकी भस्म बनाकर शक्तिवर्धक औषधिके रूपमें उसका उपयोग करते हैं।

प्रवाल या मूंगा समुद्रमें रहनेवाले जीवोंके द्वारा पैदा किया जाता है। मूंगेकी उत्पत्तिका क्रम बड़ा ही रोचक है। मूंगा उत्पन्न करनेवाले जीव कई जातियोंके होते हैं। एक जीवके मर जाने पर उसका जो अवशेष रह जाता है, वही हमारा मूंगा है। ये जीव गोल आकारके होते हैं। इनकी एक मादा एक बारमें करोड़ों अण्डे देती है। ये अण्डे अत्यन्त सूक्ष्म होते हैं और समुद्रके पानीमें पड़े रहते हैं। कुछ समयके बाद अण्डेसे पूर्ण विकसित जीव बनता है। समुद्रके तलमें किसी उपयुक्त स्थानसे वह चिपक कर बैठ जाता है। उसके ऊपर लाखों जीव बैठ जाते हैं और एक-दूसरेको बहुत मजबूतीसे पकड़े रहते हैं। कुछ समयके बाद नीचेवाला जन्तु मर जाता है। लेकिन ऊपरवाले नये-नये जन्तुओंमें बराबर वृद्धि होती रहती है। यह प्रक्रिया निरन्तर चला करती है। परिणामस्वरूप समुद्रमें मूंगेके बड़े-बड़े पहाड़ बन जाते हैं। मृत जन्तुओंकी अस्थियोंका अवशिष्ट भाग ही हमारा मूंगा है। मूंगा पैदा करनेवाले जन्तुओंका रंग सामान्यतः लाली लिये हुए गुलाबी होता है, इसीलिए मूंगा आमतौर पर लाल रंगका होता है। मूंगेमें कैल्सियम प्रचुर मात्रामें रहता है। सफेद मूंगे भी होते हैं। प्रवाल भस्म मूंगेसे ही बनाई जाती है, परन्तु सफेद मूंगा

औषधिके काम नहीं आता। काले रंगके मूँगे ईरानकी खाड़ीमें, गुलाबी और लाल रंगके मूँगे भूमध्य-सागरमें होते हैं। भारत और इटलीके निवासी उन्हें पवित्र मानते हैं।

अब क्षुद्र रत्नोंको लिया जाए। फ्लुअरस्फारको हिन्दीमें बिल्लौर नाम दिया गया है। संस्कृतमें इसे वैक्रान्त कहते हैं। दिखनेमें यह हीरे-जैसा लगता है। खूब गर्म करनेसे इसमें चमक आ जाती है, लेकिन अत्यधिक गर्मी पाकर पिघल जाता है। खनिजोंसे धातुगोध करनेमें इसका उपयोग प्रद्रावको (flux) के रूपमें किया जाता है। तुरमेरीन और वैक्रान्त एक-जैसे प्रतीत होते हैं। वैक्रान्तमें फ्लोरिन होता है, वह कैल्सियम और फ्लोरिनका यौगिक है। तुरमेरीन एल्युमीनियम और बालूका यौगिक है। फ्लुअरस्फार उत्तर भारतमें सर्वत्र मिलता है। सामान्यतः वह स्फटिक पत्थरोंके साथ देखनेमें आता है। गुजरातके सुप्रसिद्ध वैद्य श्री बापालाल भाई अपने 'रस-शास्त्र'में लिखते हैं कि पहले इसका दवाइयोंमें खूब उपयोग किया जाता रहा होगा। ऐसा अनमोल पदार्थ आज सन्देहास्पद हो गया है।

सूर्यकान्त सोडियम, एल्युमीनियम और कैल्सियम धातुओंका बालूके साथ जटिल प्रकारका यौगिक है। बर्मा, रूस और नार्वेमें यह प्राप्त होता है। वैद्य लोग इसकी भस्म बनाते हैं। चन्द्रकान्त बर्मा और श्रीलंकामें मिलता है।

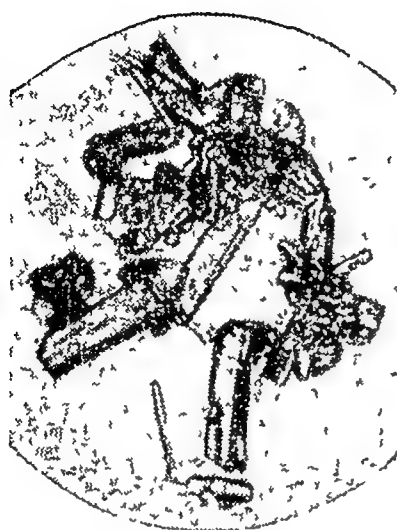
लाजवर्द या लाजावर्तका संस्कृत नाम राजावर्त है। हिन्दीमें इसे रावट भी कहते हैं, जो इसके गुजराती नाम 'रेवटी'से मिलता-जुलता है। राजस्थानमें अजमेरसे थोड़ी दूर पहाड़ियोंमेंसे निकाला जाता है। इसका मुख्य उपयोग रंगमें किया जाता है। इसकी महीन बुकनी मकानोंकी पुताई और घरको सुशोभित करनेके काम आती है। इसका रंग नीलसे मिलता-जुलता होता है, इसलिए इसे 'अल्ट्रामरीन' भी कहा जाता है।

फीरोजा या पीरोजाका रंग नीला अथवा हरिताम-नीला होता है। यह ईरानमें मिलता है। यह रत्न बहुत दीप्तिमान नहीं होता। गर्मियोंमें इसका रंग धूसर हो जाता है।

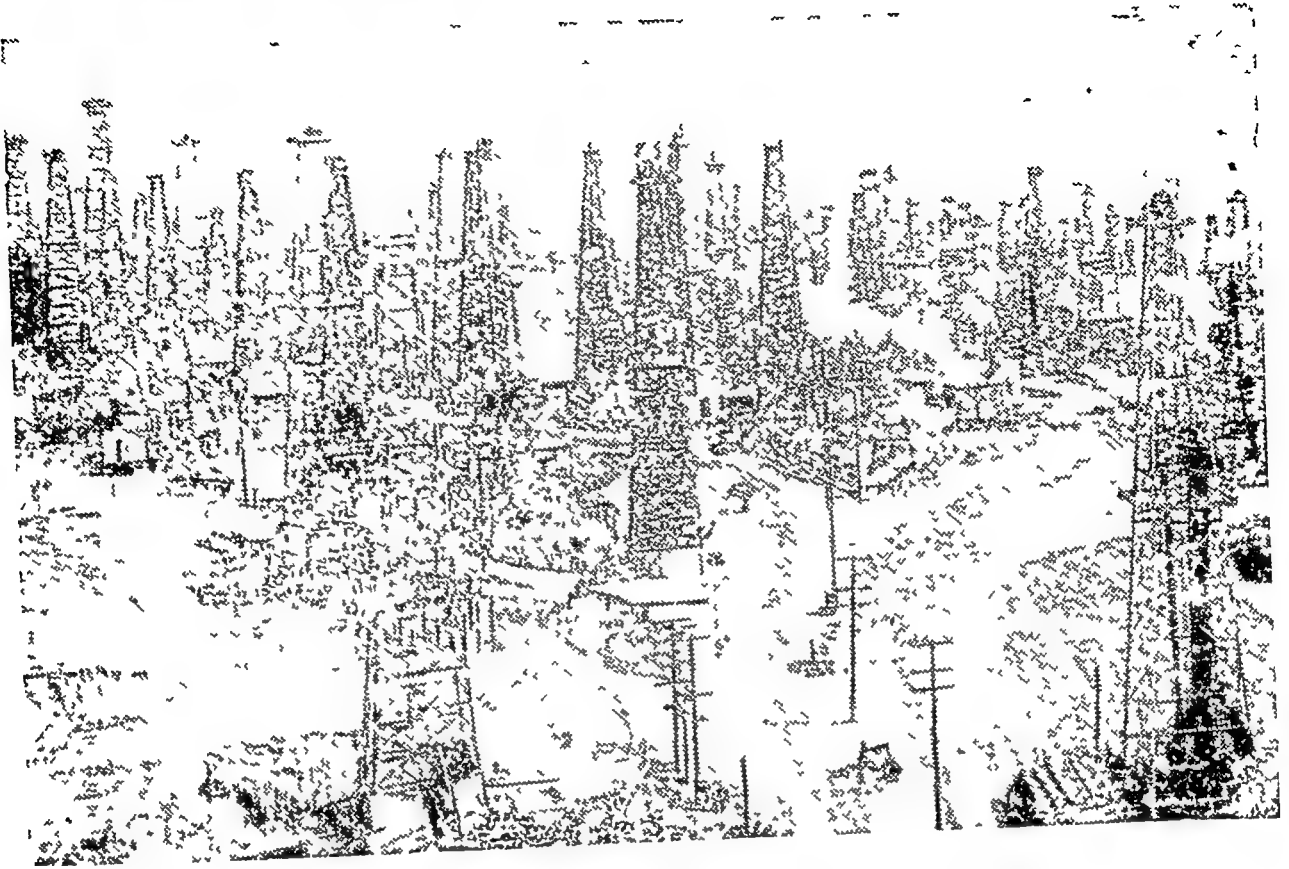
स्फटिक पहलूवाली सिकता (बालू)के रूपान्तरण है। अपने रंगोंके लिए वे अपने अन्दर विद्यमान कतिपय धातुओंके अशोके आभारी हैं। शुद्ध स्फटिकको अंग्रेजीमें 'रॉक क्रिस्टल' (rock-crystle) कहते हैं। प्रकृतिमें स्फटिकके नाना विध रूप मिलते हैं।

इनके अतिरिक्त कुरुविन्द (कोरुण्डम corundum)के पत्थर भी होते हैं, जो एमरी पत्थरोंकी कोटिमें आते हैं। कुरुविन्दको कहीं-कहीं बोलचालकी भाषामें कुरज अथवा करजका पत्थर भी कहते हैं। यह लाल रंगका बहुत ही कठोर पत्थर होता है। कुरुविन्दकी पारदर्शक और

रंगीन जातियाँ रत्नोंकी तरह इस्तेमाल की जाती हैं। अपारदर्शक कुरुविन्द अपनी कठोरताके कारण कड़ी चीजोंको काटनेके लिए अपघर्षक (abrasives) की तरह काम आते हैं।



एक ही स्फटिक—भिन्न-भिन्न प्रकाशमे



डेरिकका जगल (केलिफोर्निया)

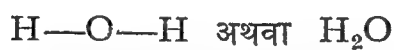


रब अल-खाली (साऊदी अरब) में तेल की खोज—भूकम्प-लेखीय सर्वेक्षण

८ : कार्बनिक रसायनकी भूमिका

इतना तो हम जानते ही है कि प्रत्येक द्रव्य परमाणुओं और उनके अणुओं से बना होता है। परमाणुओं के अन्दर प्रोटॉन, न्यूट्रॉन और इलैक्ट्रॉन-रूपी विद्युत्कण होते हैं। परमाणु की आन्तरिक रचना बहुत-कुछ हमारे सौर-मण्डल से मिलती-जुलती है। परमाणु में एक केन्द्र (नाभिक—nucleus) रूपी सूर्य के चारों ओर भिन्न-भिन्न कक्षाओं में परिभ्रमण करते हुए ग्रह-रूपी इलैक्ट्रॉन होते हैं। परमाणु की यदि सौर-मण्डल के रूप में कल्पना करे तो उसके मध्य भाग की निकटस्थ कक्षा पर उसके इर्द-गिर्द घूमते हुए इलैक्ट्रॉन की सूर्य से ३६ लाख मील की दूरी पर स्थित प्लूटो ग्रह से तुलना की जा सकती है। परमाणु के केन्द्र में प्रोटॉन और न्यूट्रॉन का बना हुआ नाभिक (न्यूक्लीअन) अवस्थित रहता है। प्रोटॉन में केवल धन विद्युत् रहती है, जबकि न्यूट्रॉन में धन और ऋण (positive and negative) दोनों ही समान मात्रा में रहती है। ग्रहों के रूप में घूमते हुए इलैक्ट्रॉनों में ऋण विद्युत् रहती है, जिसकी मात्रा प्रोटॉन की धन विद्युत् के बराबर होती है। इसलिए कोई भी अखण्डित परमाणु विद्युत्-भारवाला नहीं होता। लेकिन यदि इन दोनों में से किसी एक प्रकार की विद्युत् को पृथक् कर दिया जाए तो शक्ति अथवा ऊर्जा उत्पन्न होती है। परमाणु ऊर्जा अथवा परमाणु शक्त का रहस्य विद्युत् के इस पृथक्करण में निहित है।

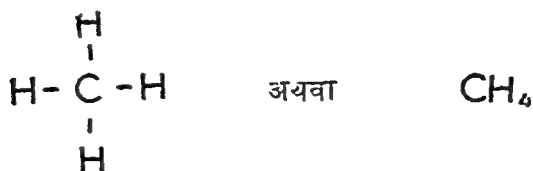
सभी मूलतत्त्वों में हाइड्रोजन सबसे हल्का है। हाइड्रोजन के एक परमाणु में १ प्रोटॉन केन्द्र में और उसके आसपास १ इलैक्ट्रॉन घूमता रहता है। हाइड्रोजन का अन्तर्राष्ट्रीय संकेत H (एच) है। रसायन शास्त्र में प्रत्येक मूलतत्त्व के लिए निश्चित संकेत का उपयोग किया जाता है। उदाहरण के लिए आक्सीजन का संकेत O (ओ), नाइट्रोजन का N (एन) और कार्बन का C (सी) है। भिन्न-भिन्न मूलतत्त्वों के परमाणुओं के आयतन और गुणों में भी भिन्नता होती है। पदार्थों के अणुओं में भिन्न-भिन्न प्रकार के परमाणुओं का अस्तित्व हो सकता है, उदाहरण के लिए पानी के अणु में दो हाइड्रोजन के और एक आक्सीजन का परमाणु होते हैं। संकेतों के द्वारा 'पानी' के अणु को निम्न प्रकार से प्रदर्शित किया जा सकता है



पानी को इसीलिए हाइड्रोजन और आक्सीजन का यौगिक (compound) कहा जाता है।

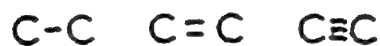
परमाणु की बाह्यतम कक्षा के इलैक्ट्रॉनों के विनिमय के परिणामस्वरूप अर्थात् परमाणु के द्वारा बाह्यतम कक्षा के इलैक्ट्रॉनों का त्याग अथवा ग्रहण करने पर संयोग अथवा संयोजन होता है। इसे सह-संयोजकता (co-valency) कहते हैं, और एक मूलतत्त्व का दूसरे मूलतत्त्व के साथ रासायनिक संयोग उत्पन्न करने की शक्ति (क्षमता) संयोजकता (valency) कहलाती

है। इस संयोजकताकी कल्पना यदि हम भुजाओंके रूपमें करे तो विषयको समझनेमें सरलता होगी। कार्बनकी संयोजकता चार है, इसलिए उसके साथ हाइड्रोजनका संयोग निम्न प्रकार होगा



यह पदार्थ मेथेन अथवा आर्द्र गैस है, जो खनिज तेल अथवा कोयलेकी खानोंमें प्राप्त होने वाली गैसमें रहता है।

कार्बनिक यौगिकों (रासायनिक पदार्थों)को प्रदर्शित करनेके लिए विभिन्न परमाणुओंकी पारस्परिक संयोजकता 'इलैक्ट्रॉनके एक जोड़के लिए एक रेखा'के रूपमें दिखाई जाती है। इस रेखाको संयोजकताका बन्ध (valency bond) कहते हैं। एकबन्ध (single bond) एक रेखाके द्वारा, दो बन्ध (double bond) दो रेखाओंके द्वारा और तीन बन्ध (triple bond) तीन रेखाओंके द्वारा, निम्नानुसार दिखाया जाता है

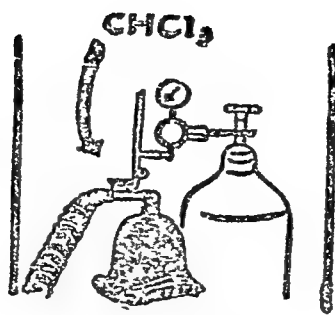


एक बन्ध दो बन्ध तीन बन्ध

इस बातको याद रखना चाहिए कि कार्बनका परमाणु 'चतुर्भुज' (चार संयोजकतावाला) होनेके कारण एक संयोजकतावाले हाइड्रोजनके चार परमाणुओंसे संघनित (संयोग) कर सकता है। नीचेके चित्रमें नाइट्रोजन और आक्सीजनके संकेतोंके साथ उनकी संयोजकता रेखाके द्वारा दिखाई गई है।



मेथेनका सूत्र CH_4 है, यह हम देख आए हैं। इस गैसके चार हाइड्रोजन परमाणुओंमेंसे एकके स्थान पर क्लोरिनका प्रतिस्थापन करनेसे $\text{C H}_3\text{Cl}$ पदार्थ बनता है। यह पदार्थ मेथाइल क्लोराइड कहलाता है। इस गैसका उपयोग प्रशीतको (रैफ्रिजरेटरो)में ठण्डक उत्पन्न करनेके लिए किया जाता है। मेथेनके दो हाइड्रोजन परमाणुओंके स्थान पर क्लोरिनके दो परमाणुओंका प्रतिस्थापन करनेसे CH_2Cl_2 बनता है। इसे मेथिलीन डाइ-क्लोराइड कहते हैं। यदि हाइड्रोजनके तीन परमाणुओंको हटाकर क्लोरिनके तीन परमाणुओंका प्रतिस्थापन किया जाए तो CHCl_3 पदार्थ मिलता है, जिसे क्लोरोफार्म कहते हैं और जिसका उपयोग आपरेशन करनेसे पहले रोगीको बेहोश करनेमें किया जाता है। इस प्रकार मामूली मेथेन गैससे इतने उपयोगी पदार्थ बन सकते हैं। अब हम मेथेन-जैसे कुछ पदार्थोंको लेकर उनकी सूत्र-रचना और नामकरणकी विधिकी समझनेका प्रयत्न करेंगे।



मेथाइल क्लोराइड
(प्रशीतकर)

क्लोरोफार्म
(निश्चेतक)

कार्बन टेट्राक्लोराइड
(अग्निरोधक एवं दाग मिटाने-
के लिए काममें आनेवाला द्रव)

CH_4 मेथेन

C_2H_6 एथेन

C_3H_8 प्रोपेन

C_4H_{10} ब्यूटेन

C_5H_{12} पेन्टेन

C_6H_{14} हेक्सेन

CH_4 में से एक H का क्लोरिन द्वारा विस्थापन करने से CH_3Cl बनता है। इसे मेथाइल क्लोराइड कहते हैं, यह हम देख आये हैं। इसमें CH_3 अणु समूह अथवा मूलक (radical) की तरह आचरण करता है और मेथाइल मूलक (रेडिकल) कहलाता है। इसे और इसके जैसी अन्य इकाइयों को मूलक कहते हैं। इस तरह के अणुसमूहों को सक्षेप में लिखने के लिए रोमन वर्णमाला के R (आर) अक्षर का उपयोग किया जाता है।

अब हम कुछ मूलकों (रेडिकलों) का परिचय प्राप्त करेंगे।

एथेन से C_2H_5 , प्रोपेन से C_3H_7 और ब्यूटेन से C_4H_9 आदि रेडिकल प्राप्त होते हैं। ये सब क्रमशः एथिल, प्रोपिल, ब्यूटिल आदि नामों से पुकारे जाते हैं।

मेथेन में से हाइड्रोजन के दो अणु कम करने से जो रेडिकल बनता है वह मेथिलीन कहलाता है। इसी प्रकार C_2H_4 एथिलीन, C_3H_8 प्रोपिलीन, C_4H_8 ब्यूटिलीन नामों से पुकारे जाते हैं।

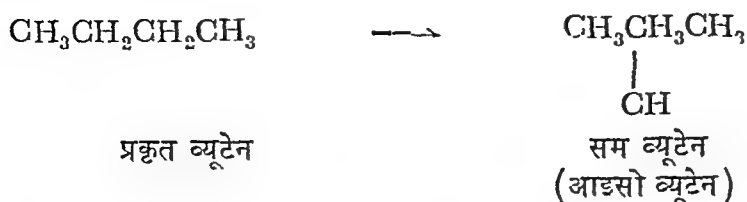
जिस रेडिकल (मूलक) के अन्त में OH जुड़ता है उसे ऐल्कोहल कहते हैं। जैसे कि CH_3OH मेथाइल ऐल्कोहल, $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ एथिल ऐल्कोहल, $\text{C}_3\text{H}_7\text{OH}$ प्रोपिल ऐल्कोहल आदि। नामकरण की आधुनिक पद्धति के अनुसार जिस हाइड्रोकार्बन से ऐल्कोहल बनता है उसमें 'ol' लगाकर ऐल्कोहल का नाम दे दिया जाता है। इसीलिए मेथाइल ऐल्कोहल को मिथेनॉल, एथिल ऐल्कोहल को एथेनॉल और उसके बाद प्रोपेनॉल आदि कहा जाता है।

मेथेन, एथेन, प्रोपेन आदि हाइड्रोकार्बन के पूरे समूहों को सूचित करने के लिए सामान्य सूत्र है— $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$ इस सूत्र में N के स्थान पर 1, 2, 3 आदि अंक रखने में जुड़े-जुड़े हाइड्रोकार्बन के सूत्र बनते हैं। इस प्रकार के यौगिकों को ऐल्कोहल या पैरैफिन कहते हैं। हाइड्रोकार्बन के कतिपय अन्य वर्गों की एक तालिका इस अध्याय के अन्त में दी गई है।

पैरैफिन अथवा ऐल्काइन पदार्थ

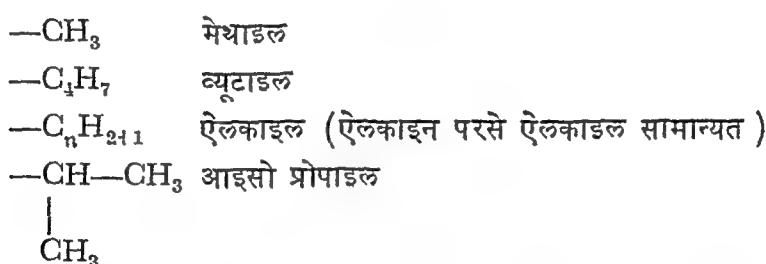
इस श्रेणी का सामान्य सूत्र $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$ है। इसमें प्रथम CH_4 —मेथेन है, जो मुख्यतः प्राकृतिक गैस में रहता है। इसके एक हाइड्रोजन के स्थान पर CH_3 —मेथाइल समूह रखने से श्रेणी का दूसरा पदार्थ C_2H_6 —एथेन होता है। इसी तरह एथेन से तीसरा पदार्थ प्रोपेन C_3H_8 , प्रोपेन से

चौथा पदार्थ व्यूटेन C_4H_{10} आदि क्रमानुसार इस श्रेणीके पदार्थ रहते हैं। अगर किसी रासायनिक पदार्थमें परमाणुओंकी संख्या एक-जैसी हो, परन्तु उनकी आन्तरिक संरचनामें भिन्नता रहे तो ऐसे रासायनिक पदार्थोंको क्रमशः प्रकृत (normal) और सम (iso) कहा जाता है। उदाहरणार्थ



जैसे-जैसे अणुका विस्तार होता जाता है उसके समावयवों (isomers)की संख्या भी बढ़ती जाती है। व्यूटेनके ऊपर दिखलाये अनुसार दो समावयव हैं, आक्टेनके १८ और ट्रायडिकेनके तो ८०२ समावयव होते हैं।

इस श्रेणीके प्रत्येक पदार्थके नामके अन्तमें 'anc' प्रत्यय लगता है। नामके अन्तमें 'yl' प्रत्यय जुड़ा होनेसे उस पदार्थके प्रकृत होनेका पता चलता है। ऐलकाइन पदार्थसे एक हाइड्रोजन परमाणु हटा दिया जाए तो शेष भागके नामके पीछे 'आइल' (yl) लगाकर बोला जाता है, जैसे कि



विवृत शृंखलावाले असंतृप्त हाइड्रोकार्बन

इस श्रेणीमें आनेवाले पदार्थ ओलेफीन, डाइओलेफीन और एसिटिलीन प्रकारके हाइड्रोकार्बन हैं। ओलेफीन अथवा ऐलकाइन वर्गके पदार्थोंका नामकरण ईन (-ene) अथवा ईलीन (-ylene) प्रत्यय लगाकर किया जाता है, यथा एथिलीन (ethylene) और प्रोपिलीन (propylene)। डाइओलेफीनके नामोंके अन्तमें डाईन (-diene) प्रत्यय लगता है, उदाहरणार्थ ब्यूटेडाईन (butadiene)। ओलेफीनमें कार्बनके परमाणु एक द्विवन्ध, डाइओलेफीनमें दो द्विवन्ध और एसिटिलीनमें एक त्रिवन्ध होता है। परमाणुओंके अन्दर इलेक्ट्रॉनोंके विनिमयके कारण ये बन्ध (bonds) अस्तित्वमें आते हैं और इनके परिणामस्वरूप एक मूलतत्त्वका दूसरे मूलतत्त्वके साथ रासायनिक संयोग सम्भव होता है।

ऐलिचक्रिक-नैफथीन अथवा चक्र-पैरैफिन

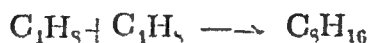
(Alicyclic-Naphthene or Cycloparaffin)

इन पदार्थोंकी सामान्य संरचना दिखलानेके लिए C_nH_{2n} सूत्रका प्रयोग किया जाता है। पैरैफिनकी तरह ये पदार्थ संतृप्त हाइड्रोकार्बन हैं, लेकिन प्रत्येक अणुमें कार्बनके परमाणु

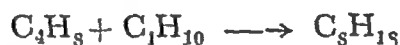
हाइड्रोकार्बनोकी रासायनिक क्रियाएँ

ताप और दाब पर आधारित अनेक रासायनिक क्रियाएँ हाइड्रोकार्बन पर की जा सकती हैं, जिनमेंसे प्रमुख इस प्रकार हैं

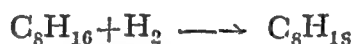
(१) पोलिमराइजेशन (बहुलीकरण) दो असंतृप्त अणुओंके बीच होनेवाली रासायनिक क्रियाको पोलिमराइजेशन कहते हैं। इस क्रियाके द्वारा दो अणु आपसमें संयुक्त होकर एक बड़ा असंतृप्त अणु बनाते हैं, उदाहरणार्थ



(२) ऐल्काइलेशन (ऐल्काइलीकरण) ओलेफिन और आइसोपैरैफिनकी पारस्परिक क्रियाके परिणामस्वरूप एक बड़ी शाखावाला पैरैफिन पदार्थ उत्पन्न होता है, उदाहरणार्थ



(३) हाइड्रोजिनेशन (हाइड्रोजनीकरण) इस क्रियामें असंतृप्त हाइड्रोकार्बन और हाइड्रोजन गैसके संयोगसे पैरैफिन उत्पन्न होता है, उदाहरणार्थ



(४) डी-हाइड्रोजिनेशन (डी-हाइड्रोजनीकरण) इस क्रियाके द्वारा पदार्थमेंसे हाइड्रोजनके परमाणुओंका अवस्थापन होता है, उदाहरणार्थ



(५) ऐरोमेटाइजेशन (सुरमितकरण) . इस रासायनिक क्रिया द्वारा विवृत शृंखलामें जुड़े पदार्थोंसे बलयाकार पदार्थ बनाये जाते हैं, जिसके परिणामस्वरूप हाइड्रोजनके परमाणुओंका अवस्थापन होता है, उदाहरणार्थ



(६) क्रैकिंग (भजन) इस क्रियामें बड़े अणु टूटकर छोटे अणुओंमें रूपान्तरित होते हैं। पैरैफिन हाइड्रोकार्बन पर क्रैकिंगकी क्रिया करनेसे उसमेंसे पैरैफिन और ओलेफिन वर्गके पदार्थोंकी उत्पत्ति होती है, उदाहरणार्थ



इस क्रियाके द्वारा उपोत्पादके रूपमें अन्य पदार्थ भी मिलते हैं, जिनमें कार्बन और ऊपर (१) से (५) तक वर्णित क्रियाओंसे उद्भवित पदार्थ प्राप्त होते हैं। तापमान, दबाव और समयके नियन्त्रणके द्वारा कई भिन्न-भिन्न क्रियाएँ की जा सकती हैं। उत्प्रेरको (Catalysius) की सहायतासे ये क्रियाएँ सुगम हो जाती हैं। इस प्रकारकी क्रियाओंको उत्प्रेरकीय भजन (catalytic cracking) कहते हैं। उच्च तापमान पर केवल गर्मीके सहारे किये जानेवाले भजनको ऊष्मीय

भजन (thiimal cracking) कहते हैं। इस प्रकारकी भजन क्रियामे ताप १०००° फा० तक होता ह और दाव प्रति वर्ग इच पर १००० पौण्ड तक रखना पडता हे।

(७) आइसो मेटाइजेसन (समावयवीकरण अथवा स्वरूपान्तरण) इस क्रियामे अणुओकी गरचना ही बदल जाती है



प्रकृत (नार्मल) पेण्टेन

सम (आइसो) पेण्टेन

(८) रिफार्मिंग (पुनर्गठन) इस क्रियामे एक पदार्थको उसके समावयव (isomer) अथवा विवृत शृखलावाले पदार्थको चक्रीयस्वरूपमे परिवर्तित किया जाता हे।

सजात श्रेणी (homologous series)

नाम	सामान्य सूत्र n-कोई सत्या $R = C_n H_{2n-1}$	प्रकार अथवा क्रियाशील भाग
ऐल्काइन अथवा पैरैफिन	$C_n H_{2n-2}$	तृप्त विवृत शृखला
ऐल्काइन्स अथवा ओलेफिनो	$C_n H_{2n}$	विवृत शृखला १ द्विवन्धन
ऐल्काडिएन्स अथवा डाइओलेफिनो	$C_n H_{2n-2}$	" " २ "
ऐल्किन्स अथवा एमिटिलीन्स साइक्लोऐल्किन्स	$C_n H_{2n-2}$	" " १ द्विवधन चक्रीय (साइकिलक)
साइक्लो पैरैफिन अथवा नैफथीन्स	$C_n H_{2n}$	तृप्त (मेचुरेटेड)
साइक्लो ओलेफिन्स	$C_n H_{2n-1}$	चक्रीय (साइकिलक) तृप्त
ऐरोमेटिकस (सुरमित)	$C_n H_{2n-6}$	
ऐल्कोहल	$R-OH$	$-OH$ (हाइड्रोक्सिल) रेडिकल
ईथर	$R-O-R'$	$-O-$ रेडिकल
ऐमिट	$R-\overset{\overset{O}{ }}{C}-OH$	$-COOH$ (कार्बोक्सिल) रेडिकल
कीटोन	$R-\overset{\overset{O}{ }}{C}-R'$	$-CO-$ (कार्बोनिल)
ऐल्डीहाइड	$R-\overset{\overset{O}{ }}{C}-H$	$-CHO$
ऐमाइन	$RR'R''N$	$\equiv N$
सर्वाइड	$R-S-H$	$-SH$
हैलाइड	$R-Cl$	$-Cl$

९ : स्निग्ध द्रव्य

घृत अथवा घीका उल्लेख ऋग्वेदमे भी मिलता है

मित्र हुवे पूतदक्ष, वरुण चऽरिशादस ।

धियं घृता ची साधन्ता ॥

[ऋग्वेद, १-२-७]

पवित्र ओर दक्ष मित्रदेवको और शत्रुओका भक्षण करनेवाले वरुणदेवको—घी झरती हुई उज्ज्वल बुद्धि धारण करनेवाले (इन दोनों)को आमन्त्रित करता हूँ।

ऋग्वेदका समय ई० पू० २००० वर्ष माना जाता है, इसलिए घी आदि स्निग्ध द्रव्योंका परिचय मनुष्यको वेदकालसे रहा होगा, यह ऊपरके उद्धरणसे प्रमाणित होता है। श्रीमद्भागवतमे भी श्रीकृष्णकी बाललीलामे माखनचोरीका सरस वर्णन किया गया है। सबसे पहले इन स्निग्ध द्रव्योंका ज्ञान मनुष्यको कब और कैसे हुआ, इसका इतिहास भूतकालके गर्भमे विलीन हो चुका है। परन्तु इन पदार्थोंका उपयोग पुरातनकालसे खाद्यके रूपमे, यज्ञादि धार्मिक कृत्योंमे, प्रकाशके हेतु दीपक जलानेमे, शारीरिक अग रागो और प्रसाधन (शृंगार) सामग्रियों आदिमे होता आया है, इस बातको निश्चयपूर्वक कहा जा सकता है।

ईसाके एक हजार वर्ष पूर्व मिस्र देशमे पुरानी कब्रोंको खोदकर मिट्टीके जो बरतन निकाले गए उनमे तैलीय पदार्थसे भरा हुआ एक बरतन भी मिला था। सार्टनकृत “विज्ञानके इतिहासकी भूमिका” (Introduction to the History of Science) नामक ग्रन्थसे पता चलता है कि यूनानी और हिब्रू सस्कृतियोंके दौरान, जिनका कार्यकाल ईसा पूर्व ९वीं और १८वीं सदीसे लेकर ठेठ मध्ययुग तक फैला हुआ है, तेलका उपयोग कला, उद्योग-धन्धो और औषधियों आदिमे किया जाता था। रोमन कालमे चर्वी (वसा) और मोमसे बनी मोमवस्तियोंके चलनका उल्लेख इतिहासकारोंने किया है। रोमन विद्वान प्लीनी (२७-७९ ई०)ने तेलसे बनाये हुए साबुनका वर्णन किया है। इस आशयके कई उल्लेख मिलते हैं कि चित्राकनकी ऐनकोस्टिक नामक एक शैलीमे मिस्री ममीके आच्छादनके ऊपर बनाये गए चित्रोमे मोममे घुले हुए रंगोंका उपयोग किया जाता था, तथा टेम्पेरा शैलीके चित्राकनमे मोम, पानी और अण्डेकी जर्दीके मिश्रणका उपयोग किया जाता था। थियोफिलस प्रेसबिटर (१२वीं शताब्दी) नामक एक कलाकारने तैलीय रंगोंको बनाने और उनका उपयोग करनेकी विधिके सम्बन्धमे एक पुस्तक लिखी और उसमे रंग तथा बार्निश बनानेके अनुपात भी दिये थे। और यह तथ्य तो प्रायः सभी-को ज्ञात है कि जब समुद्रमे तूफान उठता था तो विक्षुब्ध लहरोंको शान्त करनेके लिए यूनानी

नाविक लहरों पर तेल उड़ेल दिया करते थे। १२वीं सदी में भारतीय गणितज्ञ भास्कराचार्य ने तेल-पानी के पृष्ठ-तनाव (Surface tension) को नापा था। निकट के भूतकाल पर नजर डाले तो पता चलता है कि तेल-सम्बन्धी विज्ञान का विकास ई० स० १७७९ में होने लगा। इसी वर्ष स्वीडन के रसायनज्ञ गीलेने जैतून के तेल और सिन्दूर को एक साथ तपाकर उसमें से ग्लिसरीन को पृथक् किया था। लेकिन एम० ई० शेवेरुल (M. E. Cheverul) को तेल और वसा (चर्बी) के रसायनशास्त्र का जनक माना जाता है। १८१३ में १८२३ के बीच के वर्षों में उन्होंने जो शोध-खोज और अध्ययन किया उसमें यह बात सिद्ध हुई कि ये पदार्थ कार्बनिक अम्ल तथा ग्लिसरीन (अथवा ग्लिसरोल) के 'एस्टर' (ester) हैं। व्यूटिरिक, वेलेरिक, कैप्रोइक, कैप्रिक, स्टिरिक आदि वसाम्लों (fatty acids) को उन्होंने तेल-चर्बी में से पृथक् किया।



मार्सेलिन वर्थलो
(१८२७-१९०७)

ये १०३ वर्ष की लम्बी आयु तक जीवित रहे और १८८९ में जब इनका स्वर्गवास हुआ तो कार्बनिक रसायन का विषय काफी विकसित हो चुका था। १८५४ में वर्थलो नामक रसायनज्ञ ने यह साबित कर दिखाया कि ग्लिसरीन ट्राइहाइड्रिक ऐल्कोहल है। प्राकृतिक तेलों के सम्बन्ध में यह अनुमान कि वे ट्राइग्लिसराइड योगिक हैं, आगे चलकर

सच साबित हुआ। उन्नीसवीं शताब्दी के उत्तरार्ध में तेल के पृथक्करण की दिशा में अच्छी प्रगति हुई। इस समय तक विभिन्न देशों में विविध प्रकार के तिलहन को पीसकर तेल के उत्पादन का उद्योग बड़े पैमाने पर विकसित हो चुका था।

आधुनिक काल में इस विषय के प्रमुख अध्येताओं और अन्वेषकों में टी० पी० हिट्डीच, टी० मूर, जे० वी० ब्राउन प्रभृति वैज्ञानिकों एवं उनके सहयोगियों का नामोत्तेख किया जा सकता है। तेल की आद्योगिकी (टेक्नोलॉजी) के विकास के साथ-साथ उस पर आधारित अनेक कारखानों की स्थापना हुई (उदाहरण के लिए खाद्य-सामग्री, साबुन, रंग और वार्निश आदि)।

रसायनशास्त्र में तैलीय पदार्थों की गणना 'लिपाइड' वर्ग में की जाती है। जैव (सेन्ड्रिय-organic) पदार्थ तीन प्रमुख भागों में बाटे गए हैं, उनमें लिपाइड्स (lipids) का एक वर्ग है (हमारे दो कार्बोहाइड्रेट और प्रोटीन के वर्ग हैं)। लिपाइड्स वर्ग के पदार्थों के मुख्य लक्षण दो हैं - (१) वे मुख्यतः वसाम्ल के एस्टर अथवा तृज्जन्य पदार्थ हैं, और (२) पानी में अविलुब्ध (अविलेय) हैं। लेकिन वेनजिन अथवा ईथर-जैसे विलायकों में घुल जाते हैं। सादे लिपाइड ऐल्कोहल तथा अम्ल के संयोग से उद्भवित एस्टर हैं। तेल, चर्बी तथा मोम ऐसे ही सादे लिपाइड हैं। लेकिन फॉस्फोलिपाइड, ग्लायकोलिपाइड आदि संकीर्ण (जटिल) लिपाइड हैं। विलेय ही वसाम्ल, प्रोटीन हाइड्रोकार्बन केरोटिनोइड सादे तथा संकीर्ण लिपाइडों से उद्भवित पदार्थ हैं।

इन तेलों की गणना सनिज तेलों अथवा सगन्ध वाष्पी तेलों (essential oils) के वर्ग में करना भी जाना चाहिए। सनिज तेल हाइड्रोकार्बन वर्ग के हैं और सगन्ध तेल टर्पिन वर्ग के।

विविध प्रकारके तेलोको एक-दूसरेसे पृथक् करनेमें उनमें जो वसाम्ल रहता है उनकी एक जास मात्राका उपयोग किया जाता है। वसाम्लमें द्वितीय अनुक्रमके कार्बनके परमाणु होते हैं। पामिटिक और स्टिरिक अम्ल मत्तृप्त अम्ल हैं जबकि ओलिक और लिनोलिक अमत्तृप्त अम्ल होते हैं। मनुष्यके शरीरकी ५७ प्रतिशत चर्बीमें अमत्तृप्त ओलिक और लिनोलिक अम्ल होते हैं और पामिटिक और स्टिरिक अम्ल केवल ३२ प्रतिशत। मकई अथवा मक्काका तेल वातस्पतिक सादे लिपाइडका अच्छा उदाहरण है। उसमें ८० प्रतिशत लिनोलिक और ओलिक अम्ल रहता है और बहुत कम अनुपातमें अन्य वसाम्ल भी पाये जाते हैं। एग्जंडी (castor) में ८०में ९० प्रतिशत रिसिनोलिक अम्ल होता है जो ओलिक अम्लमें हाइड्रॉक्सी अम्लके रूपमें निबरा हुआ है। मक्खनमें मृगत स्टिरिक अम्ल है। प्रमुख वसाम्लोकी सूची इन अध्यायके अन्तमें दी गई है।

चर्बी और तेलमें जो अन्तर है उसे ठीकमें समझ लेना आवश्यक है। माधारण ताप पर चर्बी (वसा) ठोस (घन) अवस्थामें रहती है, जबकि तेल द्रव (तरल)। दोनोंमें यही मुख्य अन्तर है। यह स्थिति भौतिक है तथा ताप, रासायनिक अमत्तृप्तता और अणुओंकी ज्यामितीय (भौमितिक) संरचना एवं वसाम्लोकी अणु-शृंखलाकी लम्बाई (chain length) पर आधारित है। वसाम्लोका गलनांक अणुभार पर आधारित है। अणुभार जितना ही अधिक होगा गलनांक उतना ही उच्च होगा। गलनांक अधिकांशमें रासायनिक अमत्तृप्तता पर निर्भर करता है। चर्बीकी अपेक्षा तेलोंमें रासायनिक अमत्तृप्तताकी मात्रा अधिक होती है।

विविध प्रकारके लिपाइडोको आनवनके द्वारा एक-दूसरेमें पृथक् नहीं किया जा सकता, क्योंकि उनके क्वथनांक एक-दूसरेके बहुत निकट होते हैं। फिर उबालनेमें उनकी रासायनिक संरचना भी भंग हो जाती है। सादे लिपाइडोको पृथक् करनेके लिए उनके विलेय गुणोंका उपयोग किया जाता है। पेट्रोलियम ईयर, वेनजिन, हेक्सेन कार्बन टेट्राक्लोराइड आदि विलायकोंमें उनका निष्कारण (solvent extraction) करके उन्हें विशुद्ध रूपमें प्राप्त किया जाता है।

तेल अथवा चर्बीको जब कान्स्टिक सोड़ेके विलयनमें गरम किया जाता है तो उसमें धार और ग्लिसरोल प्राप्त होते हैं। इस क्रियाको 'सैपोनिफिकेशन' अथवा साबुनीकरण (साबुन बनानेकी क्रिया) कहते हैं, इसमें होनेवाला उत्पाद तेल अथवा चर्बीका धार (साल्ट) है। सैपोनिफिकेशनकी क्रियासे प्राकृतिक तेल अथवा चर्बीका रूपान्तर ऐसे पदार्थमें होता है जो पानीमें विलेय है। लेकिन इस क्रियाके उपरान्त भी दो-एक प्रतिशत भाग अविलेय रह जाता है, जो 'स्टेरोल' का अंग हो सकता है (उदाहरणार्थ कोलेस्टेरोल) अथवा हाइड्रोकार्बन पदार्थ या रंगका भी कोई अंग हो सकता है।

तेल या चर्बी पर की जानेवाली अन्य रासायनिक क्रिया 'हाइड्रोलिसिस' (hydrolysis) है। इस क्रियामें भाप, प्रकिण्व (enzyme) अथवा उत्प्रेरक (catalyst) का उपयोग किया जाता है। इस क्रियामें तेलकी दुर्गन्ध खटवास (rancidity) और खान प्रकारके जीवाणुओं (bacteria) का नाश होता है।

लिपाइड पानीकी अपेक्षा हल्के होते हैं। उनमें विटामिन 'ए' 'डी', 'ई' और 'के' विलेय हो सकते हैं। जैतूनके तेलका हरा रंग उसमें घुले हुए क्लोरोफिलके कारण है।

तेल रगोके उत्तम वाहक हो सकते हैं। जल्दी सूखनेवाले तैलीय रग बनानेके लिए तेल पर आक्सीकरण (oxidation)की क्रिया की जाती है। इस क्रियासे अणुओका सघनन होकर पदार्थ गाढ़ा हो जाता है और तब वह बड़ी जल्दी सूखता है।

हाइड्रोजनीकरण (hydrogenation) नामक क्रियाका उपयोग तेलको घीसे मिलता-जुलता पदार्थ, जिसे 'वनस्पति' कहा जाता है, बनानेमें किया जाता है। तेल उद्योगमें इस क्रियाका आजकल विशाल पैमाने पर उपयोग होने लगा है और तेल-सम्बन्धी यह औद्योगिकी बहुत विकसित भी हुई है।

१९०१में विल्हेल्म नोर्मन नामक जर्मन रसायनज्ञने यह खोज की कि गरम किये हुए ओलिक अम्लमें निकलकी बुकनीकी उपस्थितिमें हाइड्रोजन गैस पारित करनेसे ओलिक अम्ल जम जाता है और उससे स्टिरिक अम्ल बनता है। इस खोजका उपयोग अन्ततः वनस्पति तेलोको जमाकर 'घी' बनानेमें किया जाने लगा। और इस प्रकार हाइड्रोजनीकरणकी रासायनिक क्रियाके द्वारा मूँगफली, सोयाबीन, विनौले आदि प्रमुख वानस्पतिक तेलोसे घीके जैसा पदार्थ बनानेका उद्योग आजके विश्वमें इतना विकसित और उन्नत हो गया है कि उसके व्यापारसे प्रतिवर्ष अरबों रुपए मूल्यका उत्पादन होने लगा है।

उद्योगमें इस क्रियाको नीचे लिखे अनुसार किया जाता है

निकलकी अत्यन्त महीन बुकनीको बहुत थोड़ी मात्रामें १२०-५०० अणु से० तापमान तक गरम किये हुए तेलके अन्दर छोड़ दिया जाता है। इस क्रियाके लिए निर्धारित बरतन ऊँची टकीके समान होता है और उसमें इस मिश्रणको पम्पकी सहायतासे ऊपरसे नीचेकी ओर चलाया जाता है। इस मिश्रणको खूब हिलता हुआ रखनेके लिए खास तरहके यांत्रिक उपकरण काममें लाये जाते हैं। फिर इसमें हाइड्रोजन गैस पारित की जाती है। निकलकी बुकनीका अनुपात तेलकी कुल मात्राका केवल आधा या एक प्रतिशत होता है। निकलका उपयोग, इस क्रियामें, केवल उत्प्रेरकके रूपमें ही किया जाता है। क्रियाके अन्तमें निकलको पुनः प्राप्त कर उसका फिरसे उपयोग कर लिया जाता है। इस क्रियाके दौरान काफी गरमी उत्पन्न होती है। तेलकी गन्ध मिटानेके लिए उसमें कार्बन डाइआक्साइड पारित की जाती है। इस प्रकार उपचारित तेल ठण्डा होने पर घीकी तरह जम जाता है। खाद्य तेलका शारीरिक ताप पर तरल रूपमें रहना आवश्यक है, इसलिए 'हाइड्रोजनीकरण'की क्रिया इस तथ्यको ध्यानमें रखकर केवल उतने ही अनुपातमें की जाती है। इस क्रियामें रासायनिक असतृप्तता कुछ अंशमें सतृप्त हो जाती है। उदाहरणके लिए ग्लिसेरोट्राइओलिक नामक तरल पदार्थका हाइड्रोजनीकरण करनेसे वह ग्लिसेरोट्राइस्टियरेट नामक ठोस पदार्थ बन जाता है।

वनस्पतिके फल, बीज तथा गूदे (गर्भ)में, यहाँ तक कि मूल, पत्तों और टहनियोंमें भी तेल रहता है। अधिकांश अनाजोंके अकुरके अन्दरूनी हिस्सोंमें तेल रहता है। तिलहनोके दानोंमें तो वह प्रचुर मात्रामें होता ही है। तेलको तैलीय पदार्थोंसे मुक्त करनेके लिए पीसना, दबाना, कुचलना, कुरेदना अथवा विलायको द्वारा निस्सारित करना आदि कई विधियोंका अवलम्बन किया जाता है। तेलको शुद्ध करनेके लिए उसे ऊँचे बरतनमें भरकर कूड़े अथवा 'गाद'को नीचे बिठा देनेकी एक क्रिया की जाती है। इसके लिए सबसे पहले तेलको गरम किया जाता है। फिर

कास्टिक अथवा धोनेके सोडेके विलयनको उसमें मिलाकर ठण्डा करनेमें मुक्त अवस्थामें रहनेवाले वसाम्ल साबुनके रूपमें पेदेमें बैठ जाते हैं। तेलको रगहीन बनानेके लिए कोयला, सक्रियित मृत्तिका (activated earth) मुलतानी मिट्टी (fuller's earth) आदि अवशोषकोका उपयोग किया जाता है। अखाद्य तेलोको शुद्ध करनेके लिए रासायनिक विरजकोका भी उपयोग किया जा सकता है। तेलको निर्गन्ध करनेके लिए उसे टावर (मीनार)-जैसी ऊँची टकियोंमें भरकर ऊपरसे नीचे बूँद-बूँद टपकाते ओर टकियोंको उत्तरोत्तर अधिक ताप पर रखते हुए उनके (तेलके) अन्दरकी समस्त गैसें निकाल दी जाती हैं। तेल ज्यों-ज्यों नीचे उतरता जाता है वह गरम भापसे ससर्गित होता हुआ निर्गन्ध होता जाता है। उसमेंसे सतृप्त ग्लिसराइडोको दूर करनेके लिए 'विण्टराइजिंग' नामक क्रिया की जाती है। विनोलेके तेल-जैसे कतिपय खाद्य तेल, मर्दियोंमें, उनमें रहनेवाले सतृप्त ग्लिसराइडोके अस्तित्वके कारण गाढ़े ओर गदले हो जाते हैं। इस 'गदलेपन'-को दूर कर उन्हें स्वच्छ और पारदर्शक बनाना आवश्यक होता है। यह काम 'विण्टराइजिंग' नामक विशिष्ट क्रियाके द्वारा किया जाता है। इस क्रियामें तेलोको धीमे-धीमे शीतलता देकर ठण्डा किया जाता है, जिससे उनमें रहनेवाले ग्लिसराइड भी ठण्डे होकर स्फटिक बन जाते हैं। फिर इन तेलोको छानकर उन्हें शुद्ध, स्वच्छ और पारदर्शक बना लिया जाता है। वास्तवमें यह क्रिया परिष्करण (refining)की ही एक विधि है। परिष्करणकी क्रियाको सर्वांगपूर्ण ओर सम्पूर्ण बनानेके लिए 'हाइड्रोलिसिस'की ऊपर बताई हुई क्रियाका उपयोग भी किया जाता है। इस क्रियासे विभिन्न लम्बाईकी अणु श्रृंखलावाले जो वसाम्ल प्राप्त होते हैं उन्हें प्रभाजी (विभागीय) स्फटिकीकरण (fractional crystallisation)के द्वारा अलग कर लिया जाता है।

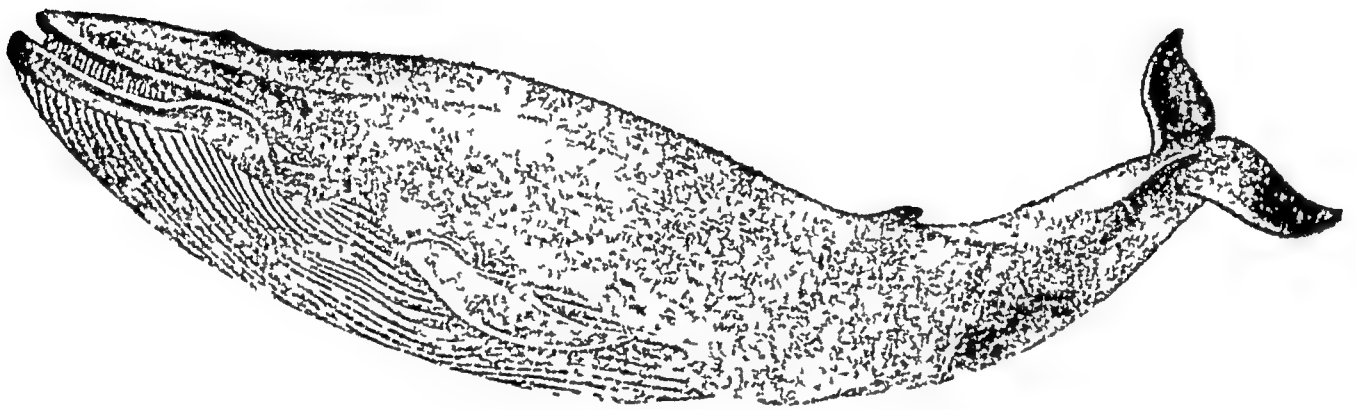
तेल पर सल्फ्यूरिक अम्लकी क्रिया करके 'टर्की रेड आइल' बनाया जाता है। यह पानीमें विलेय है और सूती कपड़ा मिलोमें कपड़ा धोने और रगनेके काम आता है। इस क्रियाको 'सल्फोनिश प्रवेशन' (सल्फोनेशन sulphonation) कहते हैं। घुलाईके आधुनिक पदार्थोंके निर्माण (प्रक्षालक अथवा अपमार्जक - डिटरजेंट - उद्योग)में इस क्रियाका खूब उपयोग किया जाता है।

प्रमुख वानस्पतिक तेलोमें जैतून (olive)का तेल, तीसी या अलसी (linseed)का तेल, विनोले (cotton seed)का तेल, गरी या नारियल (coconut)का तेल, महुआका तेल, सरसोका तेल, रेडी या एरेण्ड (castor)का तेल, तिलका तेल, मूँगफलीका तेल आदिके नाम गिनाये जा सकते हैं। इन सब तेलोको निकालनेकी विधि लगभग एक ही जैसी है। इनके बीजोको पेरा जाता है। पहला घान उत्तम होता है। दूसरे घान विलायको द्वारा निस्सारणकी विधि काममें लाकर निकाले जाते हैं। अन्तिम घानोका तेल अखाद्य होता है, इसलिए उसे साबुन आदि औद्योगिक वस्तुएँ बनानेके काममें लाया जाता है। अलसीके तेलका उपयोग मुख्यतः रगोंके वाहकके रूपमें होता है। वह जल्दी सूख सके, इसके लिए उसपर एक खास प्रकारकी रासायनिक क्रिया की जाती है। इस विधिसे तैयार किये हुए तेलको वेल तेल कहते हैं।

तेलमें की जानेवाली मिलावटकी जाँचके लिए कुछ विधियाँ काममें लाई जाती हैं, जिनमें 'क्रोमेटोग्राफी'की विश्लेषण पद्धति सबसे आधुनिक है। एक पुरानी पद्धति तेलमें सल्फ्यूरिक अम्ल छोड़कर उससे उत्पन्न होनेवाली गर्मीको नापना भी है। साबुनीकरण (saponification) विधिमें पोटैशियम हाइड्रोआक्साइड मिलानेसे जो साबुन बनता है उसका वजन कर लिया जाता

है। खनिज तेलोका साबुन नहीं बनता इसलिए इस विधि द्वारा खाद्य तेलोमे खनिज तेलोकी मिलावट फौरन पकड़ ली जाती है।

अब प्राणिज तेलो और चर्बीकी चर्चा भी कर ली जाए। सबसे पहले तो ह्वेल (तिमिगिल) मछलीके तेलको ले। एक साधारण मोटी ह्वेल मछलीसे १००से २०० पीये तक तेल प्राप्त होता है। ह्वेलकी चर्बीके टुकड़े करके और उन्हें तपाकर तेल निकाला जाता है। इस तेलका हाइड्रोजनीकरण करके उसकी चर्बी भी बनाई जाती है। मछलीका एक और प्रकारका तेल काँडलिवर आइल काँड नामक मछलीके यकृत (जिगर liver) को भापमे गर्म करके और विशेष प्रकारके बरतनोमे उवालकर निकाला जाता है। इस तेलका महत्व इसमे पाये जानेवाली विटामिन 'ए' और 'डी'के कारण है। इसका हलकी किस्मका तेल चमड़ेको नर्म करनेके काम आता है। अन्य मछलियोंके, उदाहरणार्थ हेलिबट, शार्क, ट्युना आदिके तेलोका भी उपयोग किया जाता है। ये तेल भी काँडलिवर आइलकी ही तरह निकाले जाते हैं।



नील ह्वेल . लम्बाई ९० फुट; वजन १२० टन, तेल १२० पीये, यकृतका वजन १ टन, क्रीम ३ टन, पेटके अवयव ३ ५ टन

प्राणिज चर्बी प्रचुर मात्रामे सूअरमे प्राप्त होती है। सूअरके शरीरमे कच्ची चर्बीको निकाल लिया जाता है, फिर उसे पानीके साथ दाब देकर गर्म करके लोहेकी कटाहियोंमे तैयार किया जाता है। इसे बड़े पैमाने पर तैयार करनेके लिए यांत्रिक माज-सरजामकी आवश्यकता होती है, जिसके द्वारा भापका ५० पोंड तकका दाब दिया जा सके।

इसके अतिरिक्त मटनटैलो (बकरीकी चर्बी), वीफ टैलो (गाय-भैंसकी चर्बी), भेड़की चर्बी आदि भी निवाली जाती है। उस टैलो या गाँवमाका उपयोग साबुन बनाने तथा वस्त्रोद्योगमे सूतको माटी चटानेमे किया जाता है।

प्राणिज चर्बी युक्त पदार्थमे मक्खन नबने महत्वपूर्ण है। दूधको अपकेन्द्रित (centrifuge) मे उल्टा पमानेमे मलाई अलग हो जाती है। मलाईको पानी तथा नमकके साथ चिलोनेमे 'टेस्ट बटर' (खानेका मक्खन) बनता है। मक्खनमे ८० प्रतिशत वसा (fat) और दोष पानी

होता है। इसे तो सभी जानते हैं कि मक्खनको ठीकसे गर्म करने पर पानी उड़ जाता और उसका घी बन जाता है। परन्तु घी अथवा तेलका स्थानापन्न 'मार्गारिन' 'सेरेटेड-मिक्सड' (महीन दानेदार मखनिया) दूध और वनस्पति तेलसे बनाया जाता है। उसमें विटामिन 'ए' और 'डी' मिलाये जाते हैं और बसाका अनुपात ८० प्रतिशत रखा जाता है। उसमें २ या ३ प्रतिशत लवण, दूधके चर्बी रहित पदार्थ १ प्रतिशत और १६ प्रतिशत पानी रहता है। अन्य सत (essence) और रंग भी उसमें आवश्यक मात्रामे मिलाये जा सकते हैं।

मोम (wax) भी तैलीय पदार्थ है। यह स्पर्म नामक तेलके मस्तककी जोखलमेमे निकाला जाता है। यह ठोस होता है और दवाइयाँ तथा मोमवत्ती बनानेके उद्योगमें काम आता है। 'स्पर्मसिटी' नामसे विख्यात यह पदार्थ 'सिटिलपामिटेट' नामक कार्बनिक (organic) एस्टर है। इसके विपरीत 'कारनोवा वैक्स' नामक मोम दक्षिण अमरीकाके एक देश ब्राजीलमे उगनेवाले ताड़ वृक्षके पत्तोंसे निकाला जाता है। इन पत्तोंको इकट्ठा करके घिसनेमें उनके अन्दरका मोम बाहर आ जाता है। इस मोमका गलनाक काफी ऊँचा— 105° से० है। वार्निश, जूतापालिश, कार्बन पेपर आदि चीजें बनानेमें इस मोमका उपयोग किया जाता है। यह मोम सब मोमोंसे अधिक कड़ा होता है। परन्तु जिस मोमवत्तीको हम जलाते हैं वह प्रायः मधुमक्खियोंके उस मोम (bee wax)की बनी होती है, जिसे मधुमक्खियाँ अपने छत्तोंमें तैयार करती हैं। लेकिन अब तो मोमवत्तियाँ भी खनिज तेलसे प्राप्त होनेवाले मोममें बनने लगी हैं।

मोम 'मीनोहाइड्रिक ऐलकोहल'का एस्टर है (जब कि तेल और चर्बी ट्राइहाइड्रिक ऐलकोहलके एस्टर हैं—इस अन्तरको अच्छी तरह ध्यानमें रखना चाहिए)। मोमका मूल्य उसमें रहनेवाले ऐलकोहलकी मात्रापर निर्भर करता है।

लाखको भी मोमका एक प्रकार ही माना जाता है। यह एक तरहके जन्तुओंसे पैदा होती है। इसका मूल प्राप्तिस्थान भारत और चीन है। लाखका गलनाक 60° से० है और इसका उपयोग विद्युत्-उद्योगोंमें तारपर विसबाहक (insulation) अस्तर लगानेमें किया जाता है।

एगियाई देशोंमें उत्पन्न होनेवाला 'जापान वैक्स' नामक मोम वस्त्रोद्योगमें खूब इस्तेमाल किया जाता है। यह एक फलसे निकाला जाता है। रबर, साबुन और अगरागो (cosmetics) आदिमें इसका उपयोग किया जाता है। जापानमें इसका वार्षिक उत्पादन ६ हजार टन और चीनमें इसका आधा है। क्यूबामे गन्नेसे भी मोम निकाला जाता है। वह पीलापन लिये हुए ओर भगुर होता है।

सारणी-१ कुछ महत्वपूर्ण वसाम्ल

१	२	३	४	५
कार्बनके अणुओंकी संख्या	चालू नाम (प्रचलित) अम्ल	शास्त्रीय नाम अम्ल	रासायनिक सूत्र	गलनांक °से०
४	n-ब्यूटिरिक	ब्यूटेनोइक	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_2\text{COOH}$	-८
६	n-केप्रोइक	हेक्सेनोइक	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{COOH}$	-२
८	n-केप्रिलिक	ऑक्टोनोइक	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_6\text{COOH}$	१६
१०	n-केप्रिक	डेकानोइक	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_8\text{COOH}$	३१
१२	लॉरिक	डोडेकानोइक	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{10}\text{COOH}$	४४
१४	मिरिस्टिक	टेट्राडेकानोइक	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{12}\text{COOH}$	५४
१६	पामिटिक	हेक्साडेकानोइक	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{14}\text{COOH}$	६३
१८	स्टिरिक	ऑक्टाडेकानोइक	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{16}\text{COOH}$	७०
२०	एरेचिडिक	आइकासेनोइक	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{18}\text{COOH}$	७७
१८	ओलिक	सिस-ओक्टाडेसीनोइक	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$	१६
१८	लिनोलिक	सिस-सि-९-१२ ओक्टाडीकेडायोनिक	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$	-९

सारणी-२ सामान्य प्राणिज अथवा वानस्पतिक चर्बी-तेलोंमें पाये जानेवाले
वसाम्लोंका अनुपात प्रतिशतमें

मूल	पामिटिक	स्टिरिक	अन्य (संतृप्त)	कुल संतृप्त	ओलिक	लिनोलिक	अन्य असंतृप्त	कुल असंतृप्त	सन्दर्भ
बीफ (गाय)	२९	२०	१	५०	४६	२	२	५०	Fats and Fatty Acids Year book of Agriculture USDA, 1959
पॉर्क (पालतू सूअर)	२२	१४	२	३८	४४	९	९	६२	
चिकन (मुर्ग)	२६	७	१	३४	४७	८	११	६६	
मछलीका तेल	१६	३	६	२५	१६	४	५५	७५	
अण्डे	२६	७	१	३४	४०	२१	५	६६	
मूगफलीका तेल	८	६	५	१९	५०	३१	०	८१	
अलसीका तेल	७	३	०	१०	२२	१८	५०	९०	
जैतूनका तेल	९	२	१	१२	८०	८	०	८८	
सेफ्फलावर तेल	३	४	१	८	१५	७६	१	९२	
वनैलेसूअरकेपेटकीचर्बी	३२	८	०	४०	४८	११	१	६०	
मक्खन	२७	१२	२०	५९	३५	३	३	४१	
मार्गारिन	२२	३	२	२७	६०	९	४	७३	

१ कुसुम या करडाका तेल।

रसायन विज्ञानके कुछ ज्योतिर्धर



आर्थर रूडोल्फ हेज

(१८५७-१९३५)

जिन्होंने डायजो-ऐजो यौगिकोंमें C-N, प्रकाशके अवशोषणके आधार पर पदार्थकी संरचना निश्चित करनेकी दिशामें और थायोफिन तथा वेनजिन, थायोजोन और पायरिडिन-जैसे पदार्थोंमें रासायनिक अनुकरण (chemical mimicry) के सम्बन्धमें उल्लेखनीय कार्य किया।



थेलियमके अन्वेषक विलियम क्रूक्स

(१८३२-१८९९)



नेविल विन्सेण्ट सिजविक

(१८७३-१९५२)

'को-ऑर्डिनेशन कम्पाउण्ड्स आफ बोर' तथा 'केमिकल एलिमेण्ट्स एण्ड देर कम्पाउण्ड्स' के लेखक, ख्यातनामा विज्ञान शिक्षक।

१० : पेट्रोलियम

पेट्रोलियमकी उत्पत्ति

पृथ्वी पर पेट्रोलियमकी उत्पत्तिके सम्बन्धमे वैज्ञानिकोंने कई तरहके मत प्रतिपादित किये हैं, जिनमे सबसे विश्वसनीय मान्यता यह है कि पेट्रोलियम सजीव पदार्थोंसे (जान्तव और वानस्पतिक स्रोतोंसे) बनता है। अर्थात् पेट्रोलियमका मूल जैव (organic) यानी कार्बनिक पदार्थ है। इस मान्यताके अनुसार पेट्रोलियमका मूलस्रोत वृक्ष और वनस्पति है। इनसे जो कोयला बना उस पर पत्तो अथवा वृक्षकी अग्नीभूत (fossil) आकृतियोंको अंकित देखा जा सकता है। वही कोयला अन्तमे पेट्रोलियममे रूपान्तरित हुआ। इसके अलावा, आजसे करोड़ों वर्ष पहले फोरामिनाफेरा आदि जो अनगिनत सूक्ष्मातिसूक्ष्म समुद्री जीव थे और डाइएटम-जैसी सामुद्रिक वनस्पतियाँ थी, उनका अवशेष भी पेट्रोलियम है। जब इन समुद्री जीवों और वनस्पतियोंका विनाश हुआ तो उनके शव समुद्रमे गिरनेवाली नदियोंके पानीके साथ बहकर आर्डे हुई काली मिट्टी और कीचड़की परतोंके नीचे दबते चले गए, और जीवाणुओं (बैक्टीरिया)के प्रभावके कारण उनका पेट्रोलियममे रूपान्तरण हो गया। दलदली भूमिमे इस तरहके परिवर्तनमे प्राकृतिक अथवा आर्डगैस (methane-marsh gas) उत्पन्न होती है। पेट्रोलियमके कुओंमे भी यह गैस पाई जाती है। उसके बादकी अवधिमे समुद्री प्राणियोंके मृत शरीरोंसे भरपूर तेलवाली काली मिट्टी पर नई-नई परतें बराबर चढ़ती चली गई, और दाबके परिणामस्वरूप नीचेके तैलीय स्तरोंमे मख्त पपड़े (shale) बने। फिर इन परतों पर नदियोंके पानीका सतत बहाव होते रहनेसे पपड़ोंका मुलायम पत्थरोंमे कायान्तरण हुआ, जो पोले और छेदवाले होनेके कारण छिद्रल या सरन्ध्र शैल कहलाए। भूगर्भमे तेल इन्हीं शैलोंमे कैद रहता है। ऊपरके वजनके कारण जहाँ दाबकी मात्रा कम हो जाती है उस जगह तेल रिसकर ऊपर आ जाता है, और बूंद-बूंद रिसकर ऊपर आता हुआ तेल कालान्तरमे मोटी धारा बनकर पानीमे हलका होनेके कारण पानीकी सतह पर तेलके स्तर बना लेता है। इस तरह भूगर्भमे सरन्ध्र शैलोंके अन्दर पेट्रोलियम संग्रहित होता रहता है। पेट्रोलियमकी उत्पत्तिमे सम्बन्धित यह मान्यता वैज्ञानिक आधार लिये हुए है।

पानी अथवा शैलकी अपेक्षा तेलका घनत्व कम होनेके कारण यदि किसी प्रकारका अवरोध न हो तो तेलकी प्रवृत्ति ऊपर उठनेकी होती है। अपनी इस स्वभावगत विशेषताके कारण तेल नीचेमे दाहरी सतह तक कितना ऊपर उठ सकता है इसका मही-मही अन्दाज लगा पाना मुश्किल ही है। परन्तु तेलके भूगर्भीय भण्डारोंकी सीमाओं, शैलोंकी सरन्ध्रता और गठन तथा भूगर्भीय

परतोके गुणधर्मोंके अध्ययनसे पता चलता है कि भूगर्भमें संचित तेल सौ फुटसे अधिक ऊपर नहीं आ सका है। कुछ तेल क्षेत्रोंमें तेल ओर गैसके भण्डार परस्पर व्यापी भी होते हैं, लेकिन उन्हें आपसमें ऊपर-नीचे जोड़नेवाले सम्बन्धोंका कोई प्रमाण उपलब्ध नहीं होता। भूगर्भीय निरीक्षणके अनुसार तो जिस स्थान पर पेट्रोलियम निकलता है, उससे एक या दो मीलकी दूरी पर ही पेट्रोलियमके सग्रह-स्थल होनेकी बात सिद्ध होती है।

तेलका इस प्रकारका पार्श्वीय वितरण ओर विस्तार उसकी निर्माणकालीन गठन, गैलकी सरन्ध्रता, भूकम्पके धक्के, तापमान, पानीके हिलने-डोलनेकी गति और भूगर्भीय इतिहासके दौरान निर्मित होनेवाली अनेक प्रकारकी परिस्थितियों पर निर्भर करता है। इनके कारण तेलके अन्दर प्रवाहित तेल अपने मार्गमें पड़नेवाले अनेक गड़होंमें भरकर वही कैद हो जाता है। और इसीलिए गड़होंमें बन्द तेल आमतौर पर उद्भव स्थानसे प्रवाहित होकर ही वहाँ पहुँचा होना चाहिए। शैलोंके अन्दर तेलके विशाल सचय पानीके (या पानीके ऊपर) ही होते हैं।

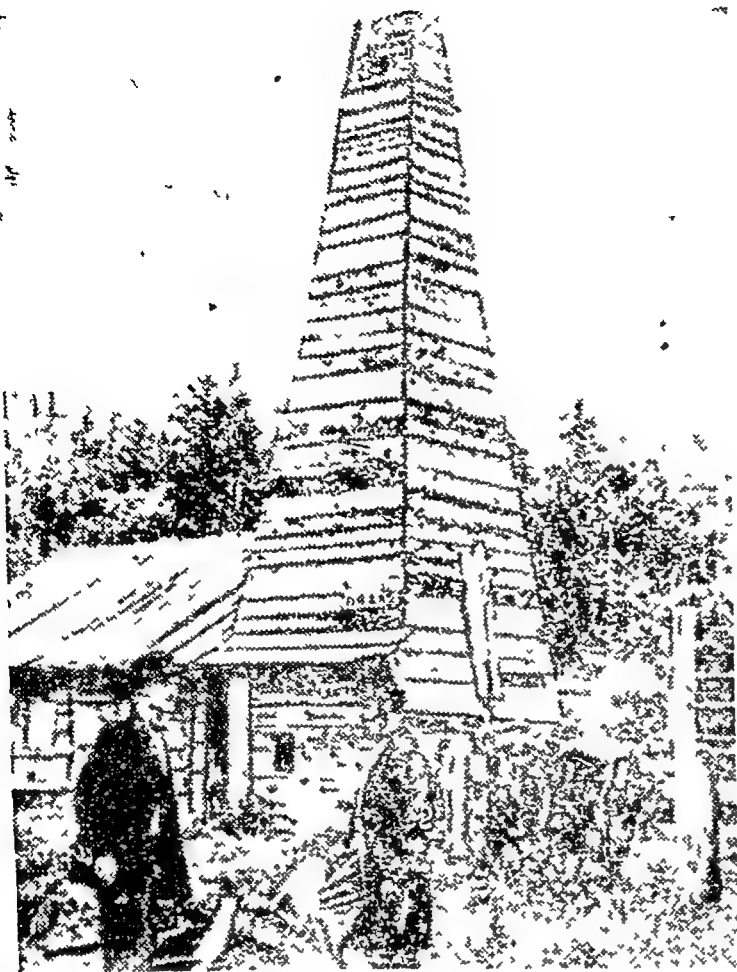
सामान्यतः ५००० फुट गहरी कड़ी जमीनके नीचे प्रतिवर्ग इंच २५०० पोण्ड दाब पर तेल मिल जाया करता है। वास्तवमें तो जहाँ पर प्रतिवर्ग इंच १००० पोण्ड दाब हो उस जगह कूड आइल मिलनेकी सम्भावना रहती है।

जैव द्रव्योंसे भरपूर पानीवाली काली मिट्टीमें सजीव जीवाणुओंकी सख्या प्रचुर मात्रामे होती है। प्रतिवर्ग इंच १५ हजार पोण्ड दाब और १००° से० तापमान पर भी हजारों फुटकी गहराइयोंमें जीवाणु जीवित रह सकते हैं। जीवाणु क्योंकि सभी प्रकारके जैव द्रव्यों पर अतिक्रमणकी सामर्थ्य रखते हैं इसलिए भूगर्भस्थित काली मिट्टीके कीचड़में रहनेवाले जैव द्रव्योंसे वे पेट्रोलियम पैदा कर सकते हैं।

विकिरण (radiation) वैज्ञानिक एच० सी० लिण्डने आजसे लगभग ४५ वर्ष पूर्व यह खोज की थी कि विकिरण (रेडियधर्मिता radioactivity)के प्रभावसे मेथेन अपनेसे उच्च वर्गके हाइड्रोकार्बन पदार्थमें परिवर्तित हो जाता है। जैव द्रव्योंके तैलीय पदार्थ पर आल्फा किरणोंके प्रभावसे पैरैफिन वर्गके हाइड्रोकार्बन, हाइड्रोजन, कार्बन डाइआक्साइड आदि उत्पन्न होते हैं, इसका समर्थन भूरसायनज्ञ (भूवैज्ञानिक) भी करते हैं। इसलिए यह कहना सर्वथा अकारण तो नहीं है कि पेट्रोलियमकी उत्पत्तिमें जीवाणुओं ओर रेडियधर्मिताका सयुक्त रूपसे योगदान रहा होगा। पृथ्वीके गर्भमें तेलका विपुल भण्डार है। लेकिन उसकी मात्राका सही अनुमान करना लगभग असम्भव ही है। अन्तिम जानकारीके अनुसार ३ खरब १४ अरब पीपीका (१ पीपी=१९० लीटर) अनुमान किया जाता है।

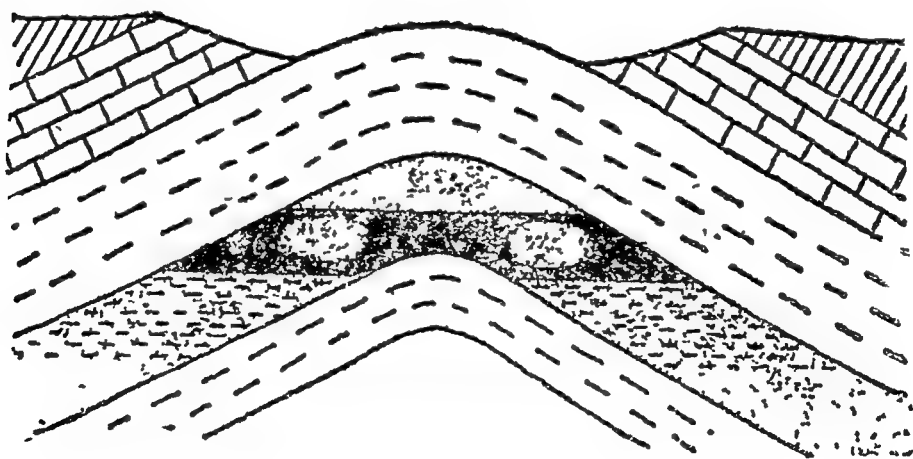
पेट्रोलियमकी खोज और सर्वेक्षण

पेट्रोलियमकी प्रारम्भिक खोजके बारेमें पता चलता है कि पहले-पहल पृथ्वीकी सतह पर या बहुत कम गहराई पर इसके कुण्ड, सरोवर या तालाब देखे गए थे। इसमें भी सबसे पहले डामरका पता चला था। डामरकी खोज बहुत मूल्यवान समझी गई थी। तेलके वाष्पी द्रव्य उड़ जानेके बाद जो काला गाढ़ा द्रव तलछटके रूपमें बचा रह जाता है उसे डामर (या तारकोल) कहते हैं।



कर्नल एडविन एल० ड्रेकका कुआँ (१८५९)

मध्यपूर्वमें किये गए पुरा-
तात्त्विक उत्खननसे पता चलता
है कि वहाँके ईसापूर्व ६०००
वर्ष पुराने नगरोंकी दीवारोंकी
ईंटोंकी जुड़ाई इसी काले रंगके
तारकोलसे की गई थी। कृष्ण
सागरके पूर्वी किनारे पर बाकूके
समीप और इराकके समृद्ध तेल
क्षेत्रोंका पता उन्नीसवीं शताब्दीमें
चला। अमरीकामें टाइटसविले
नामक स्थान पर १८५९के अगस्त
महीनेकी २८वीं तारीखको कर्नल
एडविन एल० ड्रेकको एक कुएँकी
खुदाई करते समय ६९ फुटकी
गहराई पर तेल मिला था। इसीलिए
यह तारीख अमरीकामें पेट्रोलियम
उद्योगकी जन्मतिथि मानी जाती है।
ड्रेककी खोजके बाद अमरीकामें कई
स्थानों पर विशाल तेलक्षेत्र खोज
निकाले गए और उनका ताँता ही



अभेद्य शैल

अपनत (anticline) — तेल का भंडार

[काली पट्टी तेलकी सूचक है। उसके ऊपरके बिन्दुवाले भागमें खनिज गैसें और
नीचेके बिन्दु वाले भागमें पानी है। इनके ऊपर और नीचे अभेद्य शैल है।]

पेट्रोलियम : १३७

वैध गया। अब तो विश्वमें यह उद्योग दिन-दूनी ओर रात-चौगुनी तरक्की करता जा रहा है। आरम्भमें तेलका स्थान अनुमानके आधार पर निश्चित किया जाता था। इस तरहकी भाग्यावीन परिस्थितिके कारण इस कामको 'वाइल्ड कैटिंग' (जंगली विलावको पकड़ना) कहा जाता था। परन्तु धीरे-धीरे वैज्ञानिक प्रणालियोंका सहारा लेनेकी आवश्यकताको समझा जाने लगा और पिछले ५० वर्षोंमें विशेषज्ञोंने निश्चित प्रणालियोंका आविष्कार कर उन्हें विकसित किया। अब वैज्ञानिक प्रणालियोंके परिणामस्वरूप पेट्रोलियमकी प्राप्तिकी सम्भावनाएँ काफी बढ गई हैं और वेकार कुओकी खुदाईमें लगनेवाले समय, थम ओर पैमेंके व्ययमें अगिऊ बचत और रोक हुई है। इस कार्यमें भूगर्भवेत्ताओ (वैज्ञानिकों)का योगदान अत्यन्त महत्वपूर्ण होता है। तेलके कुओकी खुदाई करते समय तेलके साथ चट्टानों ओर शैलखण्डोंके टुकड़े भी निकलते ह। भूगर्भवेत्ता उनका अध्ययन और परीक्षण करके तेल-प्राप्तिकी सम्भावनाएँ बतलाते हे। ये शैलखण्ड मुलायम और छिद्रल (सरन्ध्र) होते हैं, ओर जिस प्रकार स्पज अपने छिद्रोंमें पानीको चूम लेता है, उमी प्रकार इन शैलखण्डोंके छिद्रोंमें तेल भरा रहता है। इन छिद्रल शैलोंके ऊपर अभेद्य शैलोंकी परते बिछी रहती है। यह अभेद्य परत छिद्रोंमें कैद पेट्रोलियमके भण्डारके लिए ढक्कनका काम देती हे। इससे पेट्रोलियम अथवा उसकी गैम बाहर उडने नही पाते, अन्दर ही बने रहते है। शैलोंकी इस

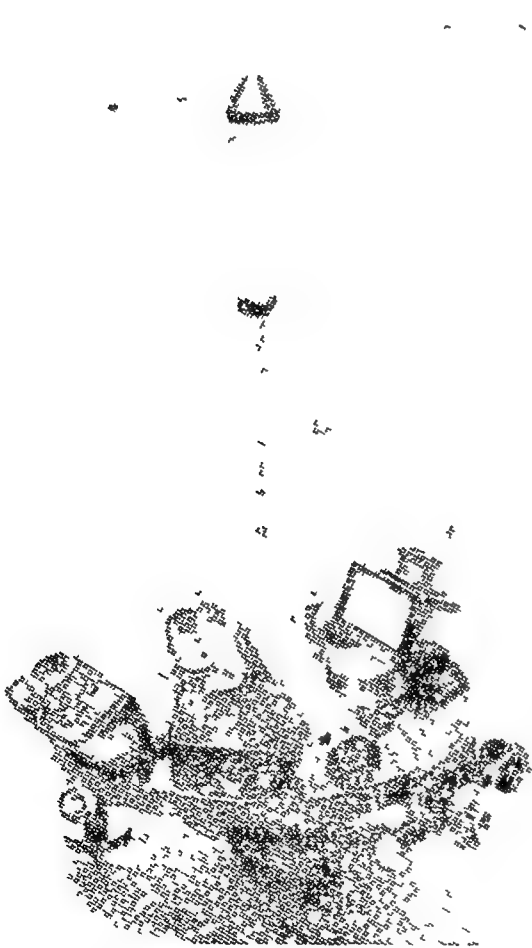


ट्रिनिदाद (वेस्ट इंडीज)का तारकोल-सरोवर

[एक मजदूर लकड़ीके टुकड़ेको तारकोलमें डुबोकर ऊँचा उठा रहा है। उसके साथ तारकोलका गाढा द्रव भी ऊपर उठ आया है। प्रतिवर्ष १ लाख ५० हजार टन तारकोल (asphalt)का विदेशोंको निर्यात किया जाता है।]

आच्छादक परतको अंग्रेजीमें कैप रॉक (cap rock) और हिन्दीकी पारिभाषिक शब्दावलीमें छत्रक शैल कहते हैं 'कैप'का अर्थ है टोपी और 'छत्रक'का छाता। कई बार यह छत्रक शैल चूना पत्थरका होता है और कई बार लवणका भी, जो अत्यधिक दाबके कारण अभेद्य हो जाता है। इस प्रकार पेट्रोलियमका भंडार (संचय) दो अभेद्य शैलोंके बीच ठीक उसी तरह बन्द रहता है जिस प्रकार कचौरीके दो पुडोंके बीच उसका मसाला। अभेद्य शैलोंके सम्पुटमें रहनेके कारण न तो तेल ऊपर जा सकता है और न नीचे ही।

भूगर्भ वेत्ताओंके मतानुसार पृथ्वीके लम्बे इतिहासमें अनेको बार भूपृष्ठ पर बड़ी-बड़ी हलचले हुई और उनके कारण नये पर्वत अस्तित्वमें आये और 'बलुआ पत्थर' एवं 'चूना पत्थर'की परतोंकी सतहें ऊँची-नीची हो गई तथा उनमें बड़ी-बड़ी दरारें पड़ गईं। स्थान भ्रष्ट हो जानेके कारण ये परतें एक ओर तो कमानकी तरह ऊपर उठ गईं और दूसरी ओर तश्तरीकी तरह गहरी गड़हेवाली हो गईं। भूगर्भवेत्ता इन्हें अपनी पारिभाषिक शब्दावलीमें क्रमशः अपनति (anticline) और अभिनति (syncline) कहते हैं। अपनतिकी आकृति उलटे तसले-जैसी होती है, जबकि अभिनतिकी सीधे तसले-जैसी। अपनति और अभिनतिके बीच पेट्रोलियम ऐसा लगता है मानो अभिनतिके दोनों बाजुओंसे उफन कर अपनतिके गुम्बद में कैद हो गया हो। कई बार दाब अधिक हो जाते या वजन बढ़ जानेसे 'छत्रक शैल'में दरार पड़ जाती है और उसके नीचेका पेट्रोलियम उस



चुम्बकत्व-मापी

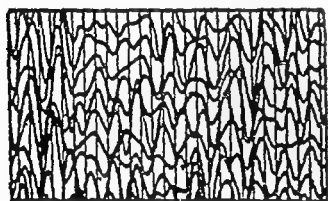


वायुयानके नीचे लटकाया हुआ चुम्बकत्वमापी दरार की राह ऊपर आकर वातावरणमें 'उड़' जाता है। कई बार हवा, वर्षा और धूपके कारण 'छत्रक शैल'के छीज या घिस जाने पर भी उसके नीचे का पेट्रोलियम बाहर निकलने या रिसने लगता है और उसमेंके वाष्पी द्रव्य हवामें उड़ जाते हैं और केवल तारकोल बचा रह जाता है। इससे उस जगह तारकोल की झील या

सरोवर निर्मित हो जाता है। वेस्ट इंडीजके ट्रिनिदाद और वेनजुएलाके तारकोल सरोवरोका निर्माण इसी तरह हुआ है।

कई बार शैलो और चट्टानोंका संचलन इतना शक्तिशाली होता है कि कमजोर स्थानों पर वे कूबडकी तरह उठकर गुम्बद-जैसा छत्र बना देती है, जिसके नीचे तेल चारों ओर फैल जाता है। इस प्रकारकी भूगर्भीय हलचलोंके कारण तेलके गुप्त भंडार भूपृष्ठके नीचे भर जाते हैं। वैज्ञानिक पद्धतिसे ऐसे स्थानोंकी खोज करके सही स्थानों पर कुएं खोद कर इस तेलको बाहर निकाला जाता है।

पेट्रोलियमकी खोज करनेकी एक प्रणालीके अन्तर्गत पृथ्वीके अन्दरकी शैलोंके चुम्बकत्वको नापा जाता है और अलग-अलग स्थानों पर उनमें पाये जानेवाले मूद्धम परिवर्तनोंको अंकित कर शैलोंकी संरचनाको निश्चित किया जाता है। शैलोंकी गहराईमें वृद्धि होनेके साथ-साथ उनके चुम्बकत्वका अनुपात घटता जाता है। जिस यन्त्रसे चुम्बकत्व नापा जाता है उसे 'चुम्बकत्वमापी' (magnetometer) कहते हैं, यह यन्त्र अत्यधिक सुग्राही (sensitive) होता है, अर्थात् चुम्बकत्वके अल्पातिअल्प अन्तरको भी अंकित कर सकता है। चुम्बकत्वमापीको वायुयानके नीचे एक तारसे



भूकम्प लेखी

लटका कर निश्चित ऊँचाई पर उड़ान भरी जाती है, जिससे नीचेकी जमीनके शैलोंकी चुम्बकत्व रेखा इस यन्त्रमें अंकित हो जाती है। समुद्रतलके नीचे पाये जानेवाले पेट्रोलियमकी खोजमें यह प्रणाली बहुत ही उपयोगी सिद्ध हुई है।

एक दूसरी प्रणालीके अन्तर्गत गुरुत्वाकर्षण मापी यंत्र (gravitometer) के द्वारा उस प्रदेशके गुरुत्वाकर्षणको नापा जाता है। भिन्न-भिन्न प्रदेशोंका गुरुत्वाकर्षण भी भिन्न-भिन्न



कृत्रिम भूकम्प द्वारा तेलकी खोज

[जमीनके अन्दर गहराईमें विस्फोट द्वारा उत्पन्न भूकम्पकी तरंगोंको जियोफोन द्वारा सुनता और अनुमान लगाता हुआ वैज्ञानिक]

होता है। कड़े शैलोका गुस्त्वाकर्षण मान नर्म और कोमल भूमिकी अपेक्षा अधिक होता है। गुस्त्वाकर्षणमापी इतना नाजुक और सुग्राही होता है कि गुस्त्वाकर्षणमे पाये जानेवाले दस करोडवे भागके अन्तरको भी अकित कर सकता है।

तीसरी प्रणालीके अन्तर्गत जमीनके अन्दर कृत्रिम भूकम्पके धक्के पैदा कर उन्हें नापा जाता है। इन धक्कोको नापनेवाला यन्त्र भूकम्पलेखी (seismograph) कहलाता है। इसके उपयोगकी विधि इस प्रकार है जमीनके अन्दर ५०से १०० फुटकी गहराईमे डाइनामाइट पाउडर दबाकर उससे 'जियोफोन' अथवा 'पिक-अप' नामक उपकरणको सम्बद्ध कर दिया जाता है, जो सुरग द्वारा डाइनामाइटका विस्फोट होने पर जमीनके अन्दर होनेवाले और भिन्न-भिन्न दूरियोंसे परावर्तित होनेवाले कम्पनोकी प्रतिध्वनियोको अकित करता है। ये कम्पन कठोर शैलोसे शीघ्र परावर्तित होते हैं, जबकि साधारण शैलोसे परावर्तित होनेमे इन्हे अधिक समय लगता है। भूकम्पलेखी कम्पनोके इस तरहके सूक्ष्मातिसूक्ष्म अन्तरोको भी अकित कर लेता है। जियोफोनमे इन कम्पनोको बड़ा करके कैमेरासे उनके चित्र ले लिये जाते हैं ('टाकीज'मे ध्वनि-यथ Sound trackका अकन करनेकी तरह)। यह यन्त्र एक सेकण्डके हजारवे भागका भी अकन कर सकता है। इस तरहके सूक्ष्मातिसूक्ष्म अन्तरो और परिवर्तनोकी सही गणना करके भूगर्भीय शैलोकी रचनाका नकशा तैयार किया जाता है और उसके आधार पर वेधनका उपयुक्त स्थान निर्धारित होता है।

भूगर्भीय जानकारी और भी सरलतासे प्राप्त करनेके लिए 'इलेक्ट्रिक लॉगिंग' (विद्युत अवरोध लेखन)की सबसे अधुना प्रणाली उपयोगमे लाई जाती है। इस प्रणालीके अन्तर्गत विभिन्न गहराइयो तक पहुँचनेमे विद्युत्-संचारको जितने अवरोधका सामना करना पड़ता है उसको नापकर भूगर्भस्थित शैलोकी परतोंकी गठनका निश्चय किया जाता है। फिर उन शैलोकी रेडियधर्मिताको नापकर उसकी मात्रा तय की जाती है। चूना पत्थर, मैग्नेशियमका पत्थर और बलुआ पत्थर गामा किरणोंका अल्प उत्सर्जन करते हैं, इसके विपरीत खनिज तैल-जैसे जैव पदार्थों वाले शैलोसे गामा किरणोंका उत्सर्जन अधिक मात्रामे होता है। फिर गामा किरणोंको किसी गैसमे पारित करनेसे वह गैस विद्युत् संवाहक हो जाती है, और तब उसमेसे विद्युत् पारित की जा सकती है। यह गुण 'आयनीकरण' (ionisation) कहलाता है। गामा किरणोंको जब आयनीकरण कक्षमेसे पारित किया जाता है तो किरणोंकी मात्राके अनुपातके अनुसार कक्षमे विद्युत्का आवेश होने लगता है। यह कक्ष दस फुट लम्बा और इसका व्यास तीन इंच होता है और इसमे गैस भरी होती है। विभिन्न शैलोके सम्पर्कमें जब इस कक्षको लाया जाता है तो शैलोसे उत्सर्जित गामा किरणोंकी मात्राके अनुपातके अनुसार कक्षस्थित गैसमे विद्युत्का आवेश होता है। विद्युत्के आवेशमे होनेवाले इस परिवर्तनको एक यन्त्र द्वारा कागजकी पट्टी पर अकित कर लिया जाता है।

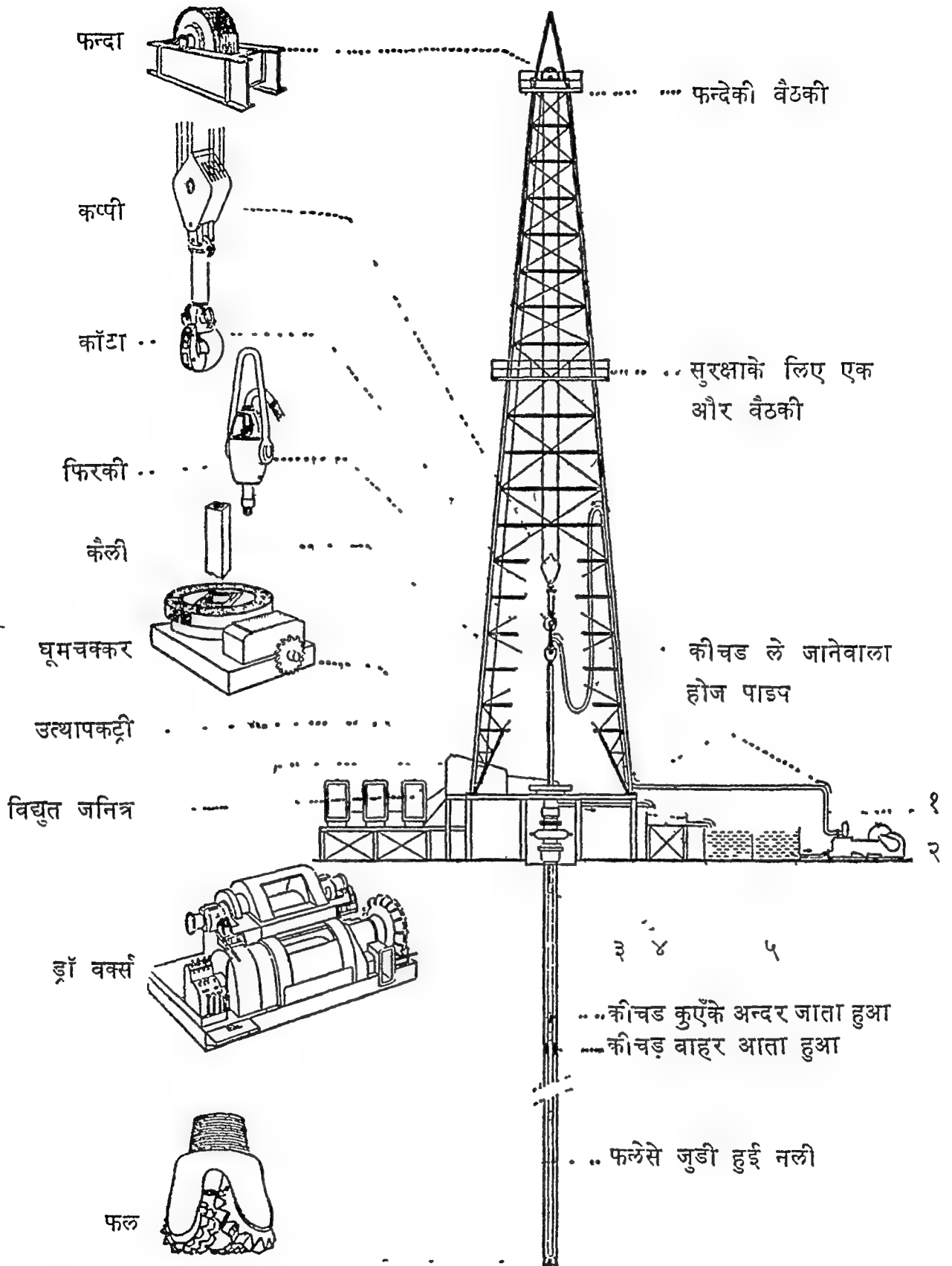
पेट्रोलियमकी खोजमे आजकल काममे ली जानेवाली तीनों भिन्न-भिन्न प्रणालियोंका महत्त्व और मूल्यांकन अच्छी तरह समझ लेना चाहिए।

अनुक्रम	प्रणाली	मफलताकी सम्भावना
१	अनुमान पर आधारित वेधन	२७ मे १
२	केवल भूगर्भीय (भूवैज्ञानिक) परीक्षण	१० मे १
३	भूभौतिकीय एवं भूगर्भीय संयुक्त परीक्षण	५ मे १

वेधन

पेट्रोलियमके निकालनेका स्थान निश्चित हो जानेके बाद वहाँ वेधन (खुदाईका काम) करनेके लिए नियुक्त कर्मचारी अपना साज-सामान लाकर काम शुरू करते हैं। इसके लिए सबसे पहले तो उस स्थान तक पहुँचनेके लिए कच्चे रास्ते बनाने पड़ते हैं, नदी-नालो पर पुल बाँधने होते हैं और आवश्यकता होने पर जंगलके वृक्षोंको काटकर रास्ता तैयार करना होता है। साथ ही लोगोंके रहनेके लिए काम चलाऊ प्रबन्धके रूपमें तम्बू और छोलदारियोंकी व्यवस्था भी करनी पड़ती है। विद्युत्-उत्पादनके लिए जनित्रो, पम्पो और वेधनके लिए आवश्यक वरमे आदि औजारोंको वहाँ पर पहुँचाना पड़ता है।

कार्यारम्भमें सबसे पहले इस्पातका एक मीनारनुमा मंचान बनाया जाता है, जिसे 'डेरिक' कहते हैं। यह १५० फुट ऊँचा होता है और जमीन पर इसके चारो पायोंका फासला एक-दूसरेमें ३०-३० फुट रखा जाता है। इसके सिरेपर तारके मजबूत रस्सेसे वरमेको बाँधनेवाला विंगल 'फन्दा' लटकाया जाता है। इस्पातके लम्बे नलकोसे जुड़ा हुआ वरमा इमी फन्देके सहारे रहता है। इस्पातके नलके एक-दूसरेसे जुड़े होते हैं और जब वरमा जमीनमें प्रवेश कर कुआँ खोदता हुआ अन्दर उतरता है तो ये नलके भी उसके साथ जमीनमें उतरते जाते हैं। वरमेके रस्मोंको ऊपर-नीचे चलानेवाले यंत्र डेरिकके पायोंके समीप जमीन पर रखे जाते हैं। वरमेको चक्राकार घुमाने वाला यंत्र घूमचक्कर (turn table) कहलाता है, जो डेरिकके पायोंके समीप रहता है और जिससे वरमेके साथ जुड़ी हुई नली (इसे 'कैली' कहते हैं)को सम्बद्ध कर दिया जाता है। घूम चक्कर यंत्रको बिजलीकी मोटर और योक्त्रो (दन्तचक्र gears)के सहारे गोल-गोल घुमाया जाता है, वरमा भी गोल-गोल घूमता और छेद करता हुआ जमीनमें उतरने लगता है। इस वरमेके फले कई प्रकारके होते हैं। कुछ फलोंमें कठोर इस्पातके दाँते बने होते हैं तो कुछमें कृत्रिम हीरे लगे होते हैं। कड़ी चट्टानोंमें प्रति घण्टा एक फुटसे अधिक गहराईकी गतिसे वेधन नहीं हो सकता, परन्तु मुलायम परतोंमें प्रति घण्टा १५० फुटकी गहराई तक भी पहुँचा जा सकता है। वरमा जैसे-जैसे नीचे उतरता जाता है उससे जुड़ी हुई इस्पातकी नली (कैली)का सिरा भी कुएँमें प्रवेश करता जाता है। जब यह पूरी नली कुएँमें उतर जाती है तो घूमचक्करको बन्द कर देते हैं और नलीको बाहर निकालकर दूसरी नली (३० फुट लम्बी) उससे जोड़ दी जाती है। फिर जोड़कर बड़ाई हुई पूरी नलीको कुएँमें अधिक गहरी खुदाईके लिए चालू कर दिया जाता है। कुएँकी गहरी खुदाईके लिए इस क्रियाको कई बार दुहराया जाता है, और कैलीकी लम्बाईको उत्तरोत्तर बढ़ाते जाते हैं। वरमा और उससे जुड़े हुए रस्सोंका वजन ५० टनसे भी अधिक हो जाता है।



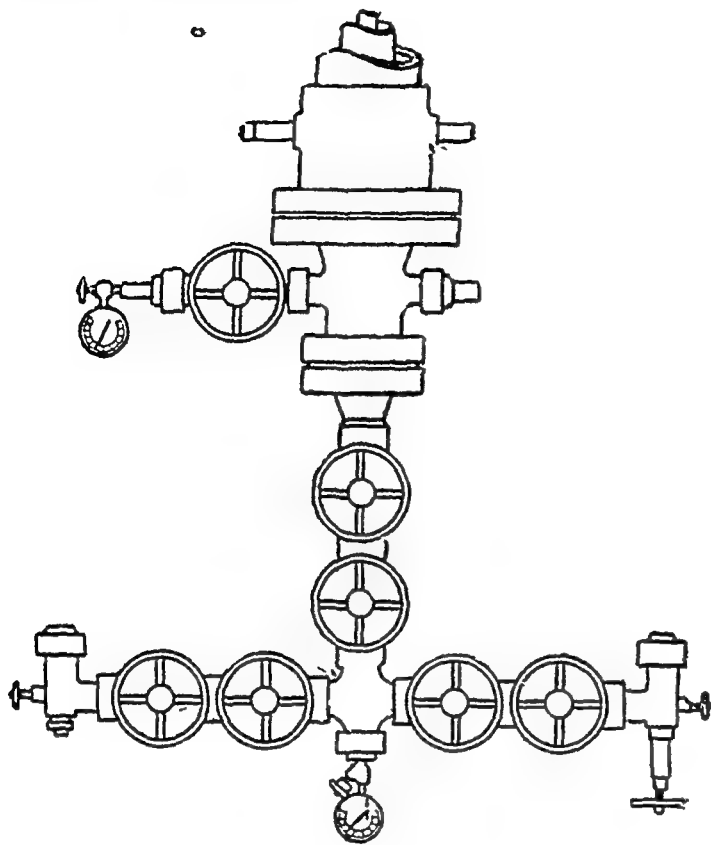
१. कीचडकी टकी, २ पम्प, ३ कैली और वरमेकी नलीका जोड, ४. निर्धमन निरोधक (blow-out preventer), ५ कीचडको एक-जैसी स्थितिमे रखनेवाला हलोर-यत्र।

इस बोज़को थामनेके लिए डेरिक पर 'ड्रॉ वक्स' नामक उपकरण लगा रहता है। कुआँ खोदते समय चट्टानोंके वेधनमें पत्थरोंका जो चूरा बनता है उसे और अन्य कूड़ेको छेदमेंसे बाहर निकालते रहना आवश्यक है। यह काम विशेष विधिसे तैयार किये गए कीचड़से लिया जाता है। रबरकी नलीके सहारे इस कीचड़को छेदके अन्दर पहुँचाया जाता है। वरमेसे जुड़ी नलीमें होकर कीचड़ नीचे पहुँचता और वरमेके फलकी वाजूसे होता हुआ जब ऊपर आता है तो अपने साथ वेधित चट्टानके प्रस्तरीय चूरे और कूड़ेको भी बाहर ले आता है। इसके अतिरिक्त इस कीचड़के दो उपयोग और भी हैं एक तो यह वरमेको गर्म नहीं होने देता, वेधन प्रक्रियामें उसे बराबर ठण्डा बनाये रखता है और दूसरे, कुएँमेंसे वेगके साथ ऊपर आती हुई गैसोंको बाहर निकलनेसे रोकता है। कीचड़के साथ पत्थरके जो टुकड़े बाहर निकलते हैं, भूगर्भ-वेत्ता उनका परीक्षण करते और उनमें तेलकी मात्राका अनुमान लगाते हैं।

खुदाई (वेधन)में कुएँकी चट्टानें खिसक न जाएँ, इसलिए उसके अन्दर लोहेके नल फँसा दिये जाते हैं, इससे पानीका रिसना भी बन्द हो जाता है। खुदाई हो जाने पर वरमेको उसकी नलीके साथ बाहर निकाल लिया जाता है और उसकी जगह लोहेकी मोटी चट्टारोंके तीस-तीस फुट लम्बे लोहेके नल कुएँमें उतार दिये जाते हैं। फिर इन नलों और कुएँकी दीवालके बीचकी जगहमें सीमेंट कक्रीट भर दिया जाता है, जिसके पक जाने पर लोहेके नल ठीकसे जमकर अपनी जगह स्थिर हो जाते हैं। इसके बाद और भी गहरी खुदाईके लिए कम व्यासवाला वरमा कुएँके अन्दर उतारा जाता है। ज्यों-ज्यों कुआँ गहरा होता जाता है उसमें लोहेके नल दूरबीनकी तरह एक-दूसरेमें पिरोकर बिठाते जाते हैं। यहाँ तक कि १५ हजार फुट गहरी खुदाईमें वरमेका व्यास दो फुटसे घटता-घटता सिर्फ आधा फुट ही रह जाता है। जब तक 'वरमा नली' (drill-pipe) छत्रक शैल तक नहीं पहुँच जाती वेधन चालू रखा जाता है। वरमा जब छत्रक शैलसे टकराता है तो तेल पानेकी आशासे उत्तेजना, उत्साह और अधीरता बढ़ जाती है। अन्तमें वरमा छत्रक शैलको वेधता है और तेलका फव्वारा उठता है। पेट्रोलियम निकालनेके आरम्भिक दिनोंमें यह तेल बड़े वेगसे ऊपर आता था, और इसीलिए इसे 'गशर' नाम दिया गया था। इससे पेट्रोलियमका भारी मात्रामें अपव्यय होता था और प्रायः आग भी लग जाया करती थी। अब तो कीचड़ डालकर तेलके इस आवेग (गशर)को नियन्त्रित कर लिया जाता है। इस नियन्त्रणको सतत बनाये रखनेके लिए एक खास किस्मके कपाट (वाल्व)का, जो 'निर्धमन अवरोधक' (blow-out preventer) कहलाता है, उपयोग किया जाता है। ठीक इसी समय वरमा नलीको सावधानीसे ऊपर खींच लिया जाता है।

इसके बाद पेट्रोलियम कूप-शीर्ष (well-head) नामक एक उपकरणको कुएँके ऊपर बिठाया जाता है। इस शीर्षमें कपाट (वाल्व), दाब मंडलक (pressure), गोल हथिये आदि रहते हैं, जिससे यह देखनेमें वृक्षकी तरह लगता है, इसीलिए विज्ञानकी ठेठ भाषामें इसे 'क्रिसमस ट्री' भी कहते हैं। कूप-शीर्षको कुएँ पर चढ़ानेके बाद कीचड़के दाबको कम करनेके लिए उसमें पानी मिला देते हैं, जिससे वह पतला और हलका होकर पेट्रोलियमकी ऊर्ध्व गतिके

साथ धीरे-धीरे ऊपरकी ओर धकेला जाने लगता है। जब इस विधिसे सारा कीचड़ बाहर निकल आता है तो पेट्रोलियम उसके अन्दरको विलेय गैसके कारण फेनिल रूपमें सतह पर दिखाई देता है। यह सारा फेन निकल जानेके बाद ही पेट्रोलियम बाहर आता है, और उसे नलतंत्र (pipe-line)के द्वारा एक मध्यवर्ती केन्द्रीय सग्रहालयमें ले जाया जाता है।



‘क्रिसमस ट्री’

कच्चा तेल (crude oil)

परिष्करणणी (refinery) में

कुँएँसे निकलनेवाला पेट्रोलियम कूड आयल (कच्चा तेल) कहलाता है। कच्चे तेलका परिष्करण करनेवाले कारखानेको ‘रिफाइनरी’ अथवा परिष्करणणी कहते हैं। परिष्करणणीमें लगातार चौबीसो घण्टे काम होता रहता है। यहाँका मुख्य काम कूड आयलमें रहनेवाले विभिन्न हाइड्रोकार्बनोंको उपयोगमें लाये जाने योग्य स्वरूपमें प्राप्त करना है। कच्चे तेलमें रहनेवाले इन

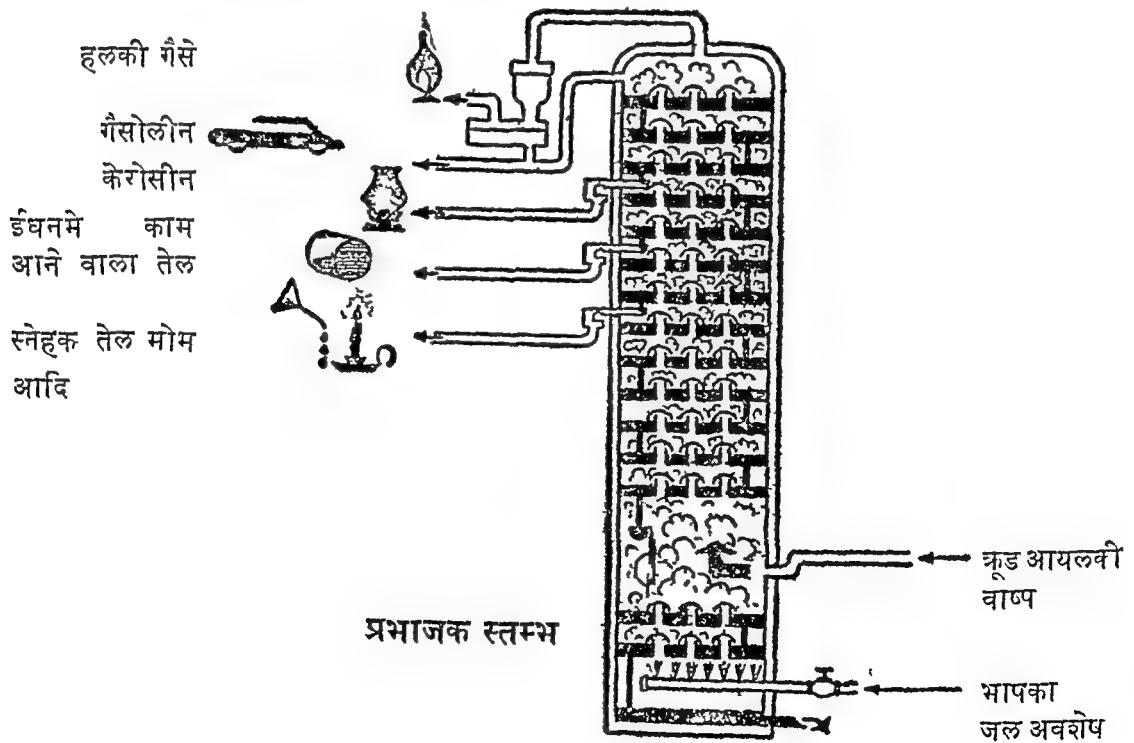
समस्त रासायनिक पदार्थोंको सामूहिक रूपसे हाइड्रोकार्बन कहते हैं। कार्बन और हाइड्रोजन नामक मूलतत्त्वोंके परमाणुओंके संयोगसे हाइड्रोकार्बन बनते हैं। पेट्रोलियमके हाइड्रोकार्बनोंमें सबसे हलका हाइड्रोकार्बन ‘मेथेन’ है, जिसमें हाइड्रोजनके चार और कार्बनके एक परमाणुका रासायनिक संयोग हुआ है।

पेट्रोलियममें एक कार्बन परमाणुसे लेकर ४० कार्बन परमाणु तकके हाइड्रोकार्बन होते हैं। इनके अतिरिक्त चक्रीय पैरैफिन (नैफ्थीन) और सुरभित (aromatic) हाइड्रोकार्बन (बेनेजिन आदि) भी होते हैं। इन हाइड्रोकार्बनोंके अतिरिक्त आक्सीजन, नाइट्रोजन और सल्फर (गन्धक)के परमाणुओंवाले अन्य यौगिक भी रहते हैं।

हाइड्रोकार्बनोंकी श्रेणीमें कार्बन तथा हाइड्रोजनके परमाणुओंकी संख्यामें उत्तरोत्तर वृद्धि होती जाती है। मेथेनके बाद दूसरा हाइड्रोकार्बन एथेन है, एथेनके बाद प्रोपेन और उसके बाद ब्यूटेन, पेन्टेन, हेक्सेन, ऑक्टेन आदि आते हैं। सामान्य ताप और दाब पर मेथेनसे ब्यूटेन तकके हाइड्रोकार्बन गैसीय रूपमें, पेन्टेनसे सेप्टेन तकके द्रव अवस्थामें और हेप्टाडेकेन तथा उसके बादके ठोस रूपमें रहते हैं। परिष्करणणीमें जो अनेक पदार्थ सामान्य ढंगसे प्राप्त किये जाते हैं उनकी सूची इस प्रकार है

हाइड्रोकार्बन	व्यथनांक (°से०)	सरचना	उपयोग
हलका पेट्रोल	२०-१००	$C_5H_{12}-C_7H_{16}$	विलायक
बेजाइन	७०-९०	C_8-C_9	निर्जल धुलाई (शुष्क धावन)
लिंग्रोडन	८०-१२०	C_6-C_8	विलायक
पेट्रोल (गैसोलिन)	७०-२००	C_6-C_{11}	मोटरका ईंधन
केरोसीन (पैरैफिन तेल) ^१	२००-३००	$C_{12}-C_{16}$	कन्दीलोमे जलानेके लिए
गैसतेल (डीजेल या भारी तेल)	३०० से अधिक	$C_{13}-C_{18}$	ईंधन
स्नेहक (खनिज तेल)	" "	$C_{16}-C_{20}$	स्नेहक
ग्रीस, वैसलिन, पेट्रोलियम जेली आदि	" "	$C_{18}-C_{22}$	अपघनि निर्माणमे
मोम आसुत (पैरैफिन वैक्स- सख्त)	" "	$C_{20}-C_{30}$	मोमवत्ती, मोमी कागज कार्बन पेपर आदि बनानेमे
अवशिष्ट तारकोल (अलकतरा या 'पिच')	" "	$C_{30}-C_{40}$	रास्ते बनानेमे

इनके सिवा समुचित रासायनिक क्रियाओके द्वारा इन पदार्थोमे हमरे अनगिनत रसायनक बनाये जाते है, जो 'पेट्रो-केमिकल्स' कहलाते है। परिष्करण की जितनी ही बड़ी होगी वहाँ परिष्कृत



१ इसे दीपन तेल या मिट्टीका तेल भी कहते है।

किये जानेवाले पेट्रोलियम पदार्थोंकी सख्या भी उतनी ही अधिक होगी। परिष्करणीकी कार्य-प्रणालीका सिद्धान्त बहुत ही सीधा-सादा है। अलग-अलग पदार्थोंके क्वथनांक भी अलग-अलग होते हैं। क्वथनांकके अनुसार ही पेट्रोलियम पदार्थोंका निस्सारण किया जाता है। इस विधिको प्रभाजी आसवन (fractional distillation) कहते हैं। इस कार्य विधिके लिए परिष्करणीमे इस्पातके बड़े-बड़े प्रभाजक स्तम्भ (fractionation towers) होते हैं। इन स्तम्भोमे थोड़े-थोड़े अन्तर पर बड़े-बड़े तसलोंकी थप्पियाँ लगी होती हैं। जिन पदार्थोंका क्वथनांक उच्च होता है वे नीचेके तसलोमे ठण्डे होकर इकट्ठा होते हैं। निम्न ताप पर उबलनेवाले द्रव तेल ऊपरके तसलोमे इकट्ठा होते हैं। इन सब तेलोका पृथक्करण करनेके लिए इतने बड़े प्रभाजक स्तम्भकी आवश्यकता होती है जिसमे ४० तसले रखे जा सकें।

परिष्करणीके तीन प्रमुख सिद्धान्त हैं

- (१) कच्चे तेलसे प्रभागो (fractions)का विना किसी पूर्व उपचारके सामान्य आसवन द्वारा पृथक्करण किया जाता है और समान प्रकारके कच्चे तेलसे प्राप्त होनेवाले द्रव्योकी मात्रा और उनके गुणधर्म भी निश्चित होते हैं।
- (२) कच्चे तेलसे प्राप्त होनेवाले पदार्थोंका उपर्युक्त विधिसे पृथक्करण करनेके बाद उनका अधिक परिष्करण करनेके लिए अन्य उपचार करना होता है, यथा रासायनिक पुनर्योजन (chemical reforming पुनरुत्पादन), उत्प्रेरक पुनर्योजन (catalytic reforming), बहुलीकरण (polymerisation) आदि क्रियाएँ।
- (३) कम तादादमे खपत होनेवाले द्रव्यके अपव्ययको रोकनेके लिए उससे अन्य उपयोगी पदार्थ बनानेका प्रबन्ध भी किया जाता है।

पेट्रोलियमसे विविध रसायनक (पेट्रो-केमिकल्स) बनानेका उद्योग वर्तमान युगकी एक महान उपलब्धि है। दूसरे विश्वयुद्धके दौरान (१९३९-४५) परम्परागत पदार्थोंसे रसायनक प्राप्त करनेमे पग-पग पर कठिनाइयाँ उपस्थित होने लगी तो नये रास्ते खोजनेकी आवश्यकता महसूस की गई। पेट्रोलियम इसके लिए एक आदर्श और अखूट स्रोत साबित हुआ। इससे दूसरे महायुद्धके बाद पेट्रो-केमिकल्स अथवा पेट्रोलियम जन्य रसायनक बनानेका उद्योग आश्चर्यजनक रूपसे विकसित हुआ। दूसरे महायुद्धसे पहले दवाइयाँ, कृत्रिम रबर, प्लास्टिक, विस्फोटक पदार्थ और अन्य रसायनकोका पितृ पदार्थ (मूलद्रव्य) कोयला था। अब उसकी जगह पेट्रोलियमने ले ली है। यह चमत्कार 'भजन' (cracking) नामक रासायनिक क्रियाकी खोजके कारण सम्भव हो सका। इस क्रियाके द्वारा पेट्रोलियमके उच्च अणुभारवाले हाइड्रोकार्बन टूटकर निम्न-अणुभारवाले हाइड्रोकार्बन बनते हैं, जो अधिक अभिक्रियाशील (re-active) होते हैं। गैसोलीन अथवा पेट्रोलका उत्पादन बढ़ानेकी आवश्यकता अनुभव किये जाने पर इस क्रियाकी खोज की गई। दूसरी महत्वपूर्ण खोज थी बहुलीकरण क्रिया (polymerisation), जिसके द्वारा अधिक मात्रामे विशुद्ध गैसोलीनकी प्राप्ति सम्भव हुई। भजन द्वारा उत्पन्न होनेवाली प्रोपेन तथा ब्यूटेन गैसोसे क्रमशः प्रोपेलीन और ब्यूटिलीन नामक महत्वपूर्ण रसायनक प्राप्त किये गए। इस प्रकार यह उद्योग धीरे-धीरे विकसित होता गया। आज तो पेट्रो-केमिकल उद्योग एक स्वतन्त्र और सर्वथा अलग उद्योग बन गया है।

सामान्यतः पेट्रो-केमिकल उन रसायनकोको कहते हैं जो पेट्रोलियम अथवा प्राकृतिक गैस (natural gas) मूल वाले रसायनकोसे या तज्जन्य हाइड्रोकार्बनोमे बनाये जाते हैं। मूल हाइड्रोकार्बनकी गणना पेट्रोलियम केमिकलके अन्तर्गत की जा सकती है, परन्तु उनसे उत्पादित नायलोन, कृत्रिम रबर आदि अन्तिम पदार्थोंका समावेश पेट्रोलियम रसायनकोके अन्तर्गत नहीं किया जा सकता। इस तरहके वर्गीकरणसे कई बार भ्रान्तियाँ भी पैदा हो जाती हैं, क्योंकि जिस रसायनका अन्तिम पदार्थके रूपमें वर्गीकरण किया जा रहा है वह मध्यस्थ पदार्थ (intermediate product) भी हो सकता है और सम्भवतः अन्तिम पदार्थ भी, उदाहरणार्थ 'टेरेलिन'का कृत्रिम रेशा बनानेमें काम आनेवाला रसायनक एथेलीन ग्लायकोल 'हिमायन रोधी' (anti-freeze)के रूपमें तो अन्तिम, परन्तु टेरेलिनकी दृष्टिमें केवल मध्यस्थ पदार्थ (रसायनक) है।

सिद्धान्ततः कूड आयल अथवा प्राकृतिक गैससे सारे-के-सारे कार्बनिक पदार्थ बनाये जा सकते हैं। अभी हालमें, मनुष्यके खाद्य पदार्थमें नितान्त उपयोगी पोषक तत्त्व प्रोटीन तकको इसमें बनानेमें सफलता मिल चुकी है। फ्रान्सके पेट्रोलियम विशेषज्ञ डॉ० गेगेलियरने इस दिगामें फ्रान्सकी सफलताकी घोषणा करते हुए यह राय जाहिर की है कि भारत अपनी प्रोटीन-सम्बन्धी आवश्यकताको इस विधिसे पूरा कर सकेगा। देहरादूनकी इंडस्ट्रियल इन्स्टीट्यूट और जोरहाटकी नेशनल रीजनल रिसर्च लेबोरेटरीमें प्रति दिन ५० कि० ग्रा० प्रोटीन बनानेवाले दो प्रायोगिक सयत्रो (pilot projects)की स्थापना की जा चुकी है।

जोरहाटकी रीजनल रिसर्च लेबोरेटरीने यह दावा किया है कि तेलके कुएँकी मिट्टीके नमूनोंके मोमी प्रयोगोंको मनुष्यके खाद्यके लिए उपयोगी प्रोटीनमें परिवर्तित किया जा सकता है। इस तेलके किण्वन (fermentation)से उत्पादित पदार्थोंमें ७० प्रतिशत तक प्रोटीन होनेका पता चला है। कई बार कच्चे मालसे अन्तिम पदार्थका उत्पादन करने तक या तो खर्च बहुत बैठता है या उसके व्यापारिक उत्पादनकी विधि बहुत जटिल हो जाती है। इसलिए पेट्रो-केमिकल पदार्थोंका उत्पादन प्रायः पेट्रोलियमके ऐसे ही प्रभागोंसे किया जाता है जो प्रचुर मात्रामें कम मूल्य पर उपलब्ध हो सके और साथ ही व्यापारिक दृष्टिसे भी उनका उत्पादन किया जा सके।

मूल हाइड्रोकार्बनोके पितृ पदार्थोंको यदि महत्त्वकी दृष्टिसे क्रमबद्ध किया जाए तो सबसे पहले आती है प्राकृतिक गैसे, उसके बाद तरल पेट्रोलियम गैस (liquefied petroleum gas-L.P.G.) और परिष्करणीकी गैसे तथा कूड आयलके विविध प्रभाग। मूल हाइड्रोकार्बनोकी संख्या अधिक नहीं है। उनमेंसे कुछ प्रमुख नाम नीचे दिये जा रहे हैं

एसिटिलीन ओलेफोन वर्ग	ऐरोमेटिक वर्ग	पैरैफिन वर्ग	नैफ्थीन वर्ग
एसिटिलीन	बेन्जिन	मेथेन	साइक्लो हेक्सेन
एथिलीन	टोल्यूइन	एथेन	
प्रोपिलीन	जाइलीन	प्रोपेन	
ब्यूटिलीन			
आइसो-ब्यूटिलीन			
ब्यूटाडाइन			

इनके अतिरिक्त परिष्करणीकी सामान्य क्रियाओसे उद्भवित पदार्थ भी 'पेट्रो-केमिकल' कहलाते हैं। इनमे इलेक्ट्रोड (विद्युदग्र) बनानेमे प्रयुक्त कोक, कैल्सियम कार्बाइड, अपघर्षक (abrasives), रगोके शुष्कको (driers)मे प्रयुक्त नैफ्थिनिक अम्ल, कपडेके जन्तुनागक अस्तरमे प्रयुक्त किये जानेवाले पदार्थ, प्लास्टिक, विलायक, घुलाईमे काम आनेवाले अपमार्जक (प्रक्षालक) पदार्थ आदि गिनाये जा सकते हैं।

पेट्रो-केमिकल उद्योगके विकासमे महत्त्वपूर्ण योगदान करनेवाले ओलेफीन, एरोमेटिक, पैरैफिन और नैफ्थीन वर्गके रसायनोका अब हम क्रमशः अध्ययन करेंगे।

ओलेफीन वर्गके रसायनोका पेट्रोलियम अथवा प्राकृतिक गैसमे स्वतन्त्र अस्तित्व नहीं होता। उन्हे बनाना पड़ता है। गैसोलीन पर 'भजन' क्रिया करनेसे गैसीय स्वरूपवाले ओलेफीन प्राप्त होते हैं। परिष्करणीमे भजन-क्रियासे प्रोपेलीन, आइसो-ब्यूटिलीन और नार्मल-ब्यूटिलीन प्रचुर मात्रामे उत्पन्न होते हैं, एथिलीन कम मात्रामे उत्पादित होता है, व्यूटाडाइन तथा आइसोप्रीन बहुत ही कम मात्रामे बनते हैं, और एसीटिलीन तो बिल्कुल ही नहीं बनता। एथिलीनकी बात सर्वथा भिन्न है। जैव-रसायनकोके उत्पादनमे एथिलीन प्रमुख और मूल हाइड्रोकार्बन है। पेट्रो-केमिकल उद्योगमे लगभग ८० प्रतिशत एथिलीन उच्च ताप पर की जानेवाली भजन-क्रियाके द्वारा प्राप्त किया जाता है। इसके आदि पदार्थ एथेन और प्रोपेन हैं, परन्तु इस क्रियामे तरल पेट्रोलियम गैस—प्रोपेन तथा ब्यूटेन, नैफ्था और गैसके तेलोका भी उपयोग किया जाता है।

यदि केवल एथिलीन ही बनाना हो तो एथेन और उससे अल्प मात्रामे प्रोपेनका मूल पदार्थोंके रूपमे उपयोग किया जाता है। व्यूटाडाइन, आइसोप्रीन, गैसोलीनके प्रभाग, एरोमेटिक पदार्थ, ओलेफीनके जटिल पदार्थ (complexes) और अलकतरा (कोलतार) बनानेके लिए भी अधिक भारी द्रव्योसे आरम्भ करना चाहिए। गैसीय पदार्थोंके उत्पादनके लिए द्रव पदार्थोंको बार-बार भजक भट्ठीमे उपचारित करना पड़ता है। भट्ठीसे भजित होकर बाहर निकलनेवाले पदार्थोंमे मेथेनसे लेकर व्यूटाडाइन तक सभी प्रकारके हाइड्रोकार्बनोका मिश्रण होता है और तारकोल जैसे भारी बहुलक (polymer) पदार्थ उसमेसे पृथक् हो जाते हैं। गैसोको सीपीडित (compress) करके उन्हे शून्य अग फे० तक ठण्डा किया जाता है और उसके बाद अवशोषित्र (absorber tower)मे पम्पके द्वारा पहुँचा दिया जाता है। इस ताप पर भी गैसीय रूपमे रहनेवाले मेथेन और हाइड्रोजनको अवशोषित्रके ऊपरले भागमेसे बाहर निकाल लिया जाता है, एथिलीन और भारी गैसे अवशोषित्रके निचले भागमे प्रवहमान द्रव-तेलोमे अवशोषित्र रहती हैं, उन्हे उनमेसे पृथक् कर लिया जाता है।

एथेन और प्रोपेनको संयुक्त करके अलग भट्ठीमे भजन करनेसे 'एथिलीन' बनाया जा सकता है।

एथिलीनसे बननेवाले कुछ उपयोगी रसायनोका वगवृक्ष देखने योग्य हैं, जो इस अध्यायके अन्तमे दिया गया है।

बहुलक (पोलिमर) गैसोलीन बनानेके लिए बहुत समयमे प्रोपेलीन काममे लाया जा रहा है। आइसो-प्रोपेल ऐलकोहल, एसीटोन, अपमार्जक (detergents) पदार्थोंके लिए आवश्यक पोलिमर (बहुलक) डो-डेनिल बेनजिन और अन्य पेट्रो-केमिकल बनानेमें भी इसका उपयोग किया गया है।

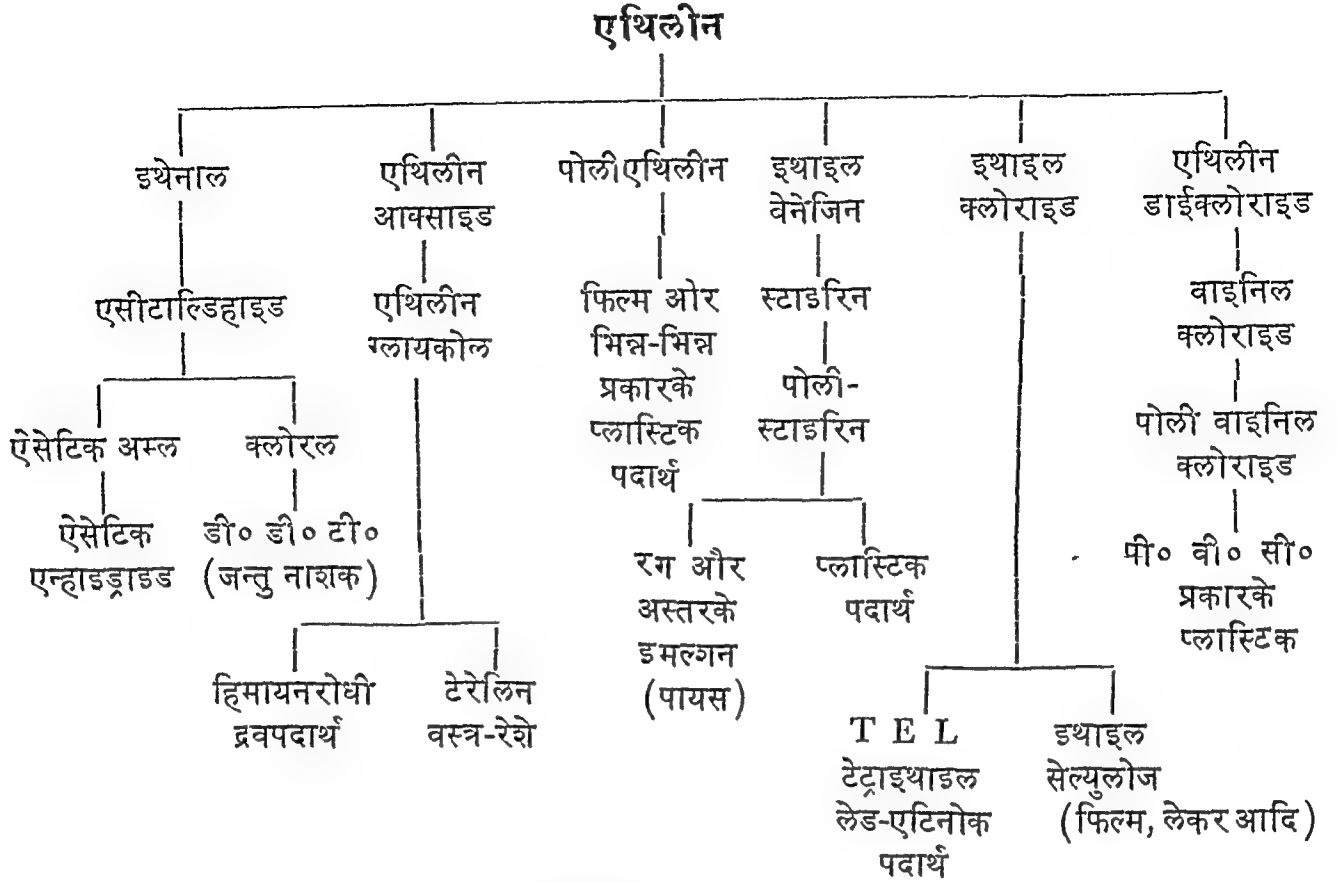
व्यूटिलीन चार प्रकारका होता है व्यूटिलीन-१, व्यूटिलीन सिस-२, और ट्रांस-२ तथा आइसो व्यूटिलीन। पहले तीन समानधर्मी हैं। आइसो व्यूटिलीनके गुण विलकुल भिन्न हैं और वह अधिक क्रियाशील भी है। आइसो व्यूटिलीनका आइसोप्रीन (टाइ-ओलेफीन)के साथ सह-बहुलीकरण (cc-polymerisation) करके पोली व्यूटिलीन बनाया जा सकता है। इसमें कृत्रिम रबर बनता है। अन्य मध्यस्थ रासायनिक पदार्थोंके लिए भी आइसोव्यूटिलीन महत्वपूर्ण मूल पदार्थ है। प्रोपेलीनसे प्राप्त होनेवाला सबसे महत्वपूर्ण पदार्थ आइसोप्रोपेल ऐलकोहल है, जो विलेयनो, हिमायनरोवियो, आदिका उत्पादन करनेके लिए बहुत ही उपयोगी है। उसके जलीय अणुको पृथक् करके एसीटोन नामक पदार्थ बनाते हैं। यह एसीटोन एसीटेट रेयन और प्लास्टिक बनानेमें बड़ा उपयोगी है। प्रोपेलीन ट्राइमर (नोनेन) और प्रोपेलीन टेट्राइमर (डो-डेसेन) प्रोपेलीनके अल्प अणुभारवाले बहुलक पदार्थ हैं। इन दोनोंसे अपमार्जक (प्रक्षालक) पदार्थ बनते हैं। प्रोपेलीन आक्साइड पर 'क्लोरोहाइड्रोनेशन' नामक क्रिया करनेसे प्रोपेलीन ग्लायकोल और ट्राइप्रोपेलीन ग्लायकोल नामक पदार्थ बनते हैं, जिनमें अन्तमें 'पोलीयुरेथेन फोम' वाला प्लास्टिक बनाया जाता है। प्रोपेलीन पर क्लोरिनकी क्रिया करनेसे एलिल क्लोराइड नामक रसायनक बनता है, जिससे एलिल ऐलकोहल और एपिक्लोर हाइड्रिन नामके रसायनक बनाये जा सकते हैं, इनसे ग्लिसरीन और इपोकिस प्रकारके प्लास्टिक बनते हैं। प्रोपेलीन पर आक्सीजनकी सीधी क्रिया करनेसे 'ऐकिलन' बनता है, जो ऐकिलिक वर्गके वस्त्र-रेशे और प्लास्टिक बनानेमें काम आनेवाला मूल पदार्थ है। प्रोपेलीनसे अभी हालमें एक और महत्वपूर्ण पेट्रो-केमिकल बनाया गया है, जो पोलीप्रोपेलीनके नामसे विख्यात है। इससे सर्वथा नये ही ढंगके वस्त्र-रेशोंका निर्माण किया जाता है।

व्यूटाडाइनका व्यापक उपयोग कृत्रिम रबर, प्लास्टिक और नायलोन बनानेमें किया जाता है। एथिल ऐलकोहल पर भाष्य-भजन-क्रिया (steam cracking) करनेमें व्यूटाडाइन उत्पन्न होता है। व्यूटेनसे व्यूटिलीन बनाकर सपरिवर्तन प्रक्रिया (conversion process) द्वारा उसे व्यूटाइनमें रूपान्तरित किया जा सकता है।

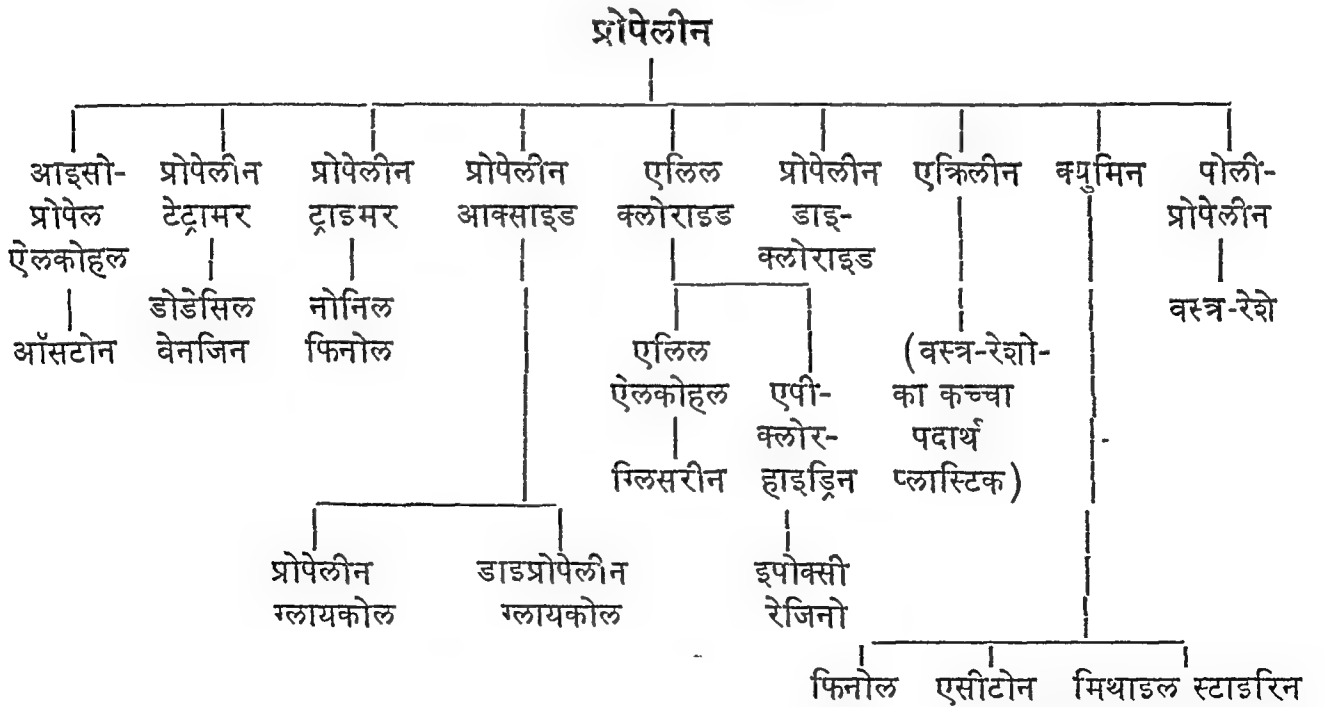
एथिलीनकी तरह एसीटिलीन भी कई रसायनकोका जनक है। उससे वाइनिल क्लोराइड (प्लास्टिक), नियोप्रीन (कृत्रिम रबर), ट्राइक्लोरो एथिलीन (विलेयन), ऐकिलोनाइट्रिल (प्लास्टिक और लोन, डाइनेल, ऐकिलान) आदि बनाये जा सकते हैं। परन्तु सामान्य परिष्करणमें इनका उत्पादन बहुत कम होता है, इसलिए इन पदार्थोंको बनानेके लिए खास तरहका प्रबन्ध करना पड़ता है। पेट्रोलियमसे एसीटिलीन बनानेके लिए गैसीय पैरैफिन हाइड्रोकार्बनका क्षण-भरके लिए अत्यन्त उच्च ताप दिया जाता है।

इनके अतिरिक्त ऊपरकी सूचीमें पेण्टेन, साइक्लोहेक्मेन, हेप्टेन आदि कई पेट्रोलियम रसायनकोका नाम जोड़ा जा सकता है। प्रतिदिन नये-नये रसायनकोका नाम जुड़नेसे यह सूची विस्तृत होती जाती है। एक भी ऐसा जैव-रसायनक नहीं है जो पेट्रोलियमसे बनाया न जा सके। पेट्रोलियमका महत्व एक इसी बातसे प्रतिपादित हो जाता है। यह निर्विवाद है कि पेट्रोलियम और उसके रसायनक भविष्यमें महत्वपूर्ण भूमिका अदा करेंगे। विश्वमें खनिज तेलका उपभोग प्रतिवर्ष साढ़े पाँच प्रतिशतके हिसाबसे बढ़ता जाता है, इसलिए दुनियामें अधिकाधिक खनिज तेल प्राप्त करनेके प्रयत्न भी निरन्तर होते रहेंगे, और वह प्रत्येक राष्ट्रके स्वावलम्बनका मूलमंत्र बन जाएगा।

एथिलीनका वंश-वृक्ष (एथिलीनसे बननेवाले कुछ उपयोगी रसायनक)

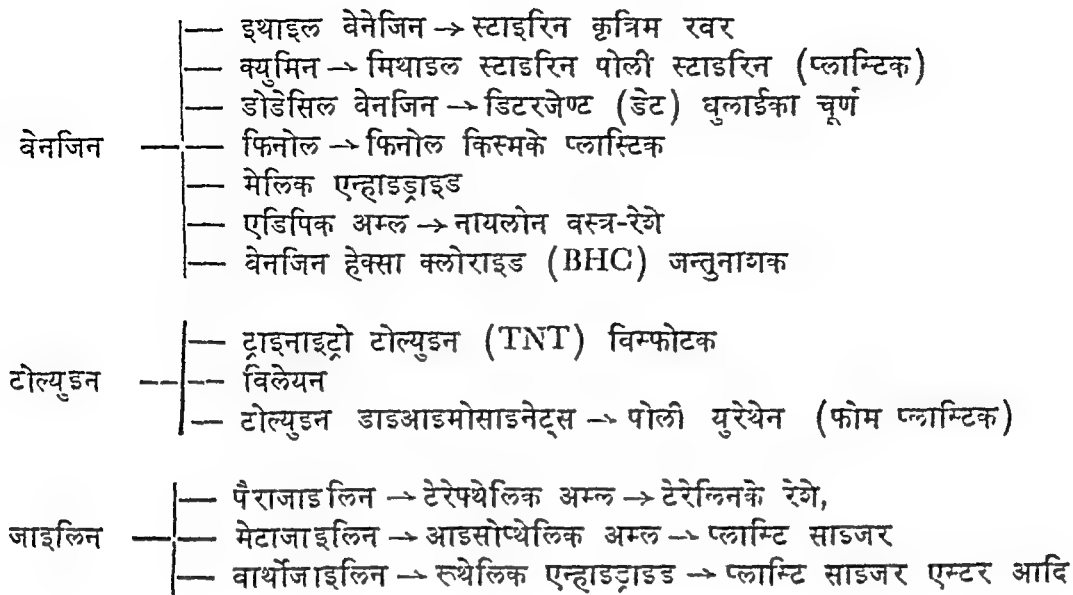


प्रोपेलीनका वंश-वृक्ष (प्रोपेलीनसे बननेवाले कुछ उपयोगी रसायनक)

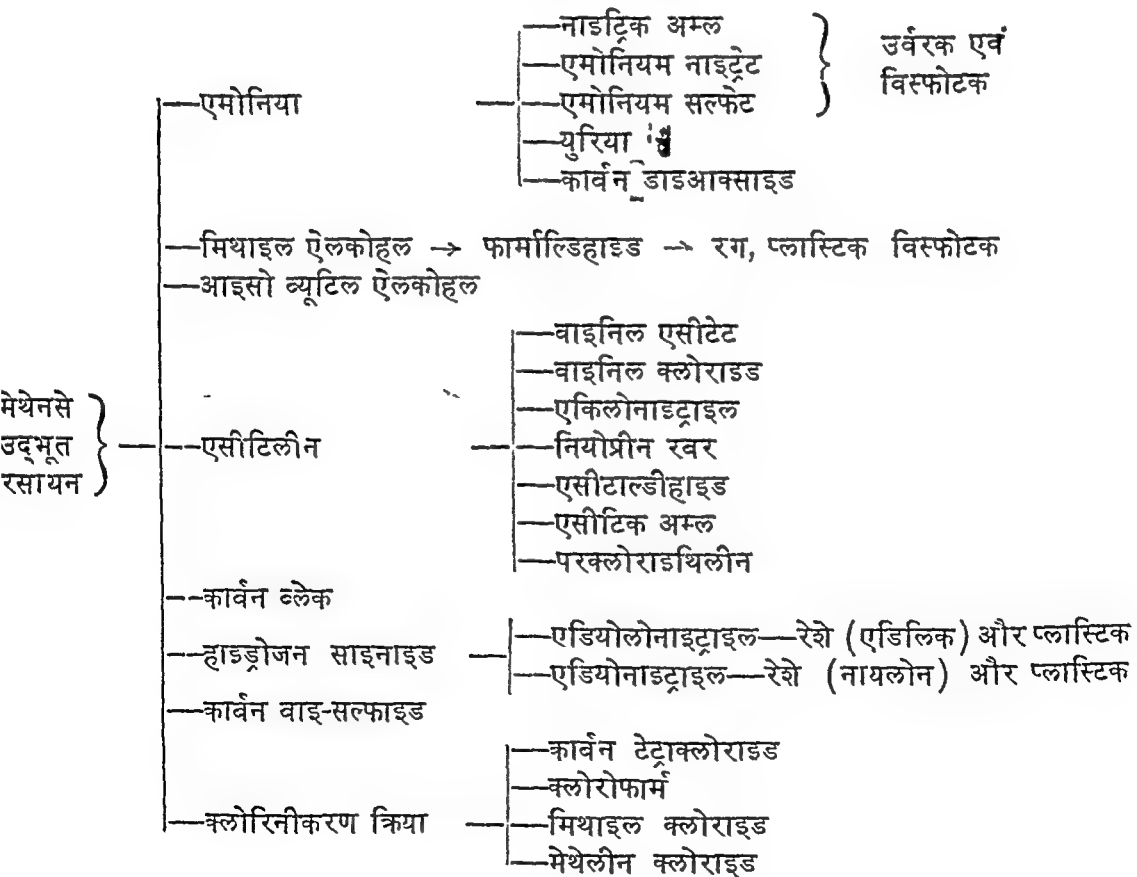


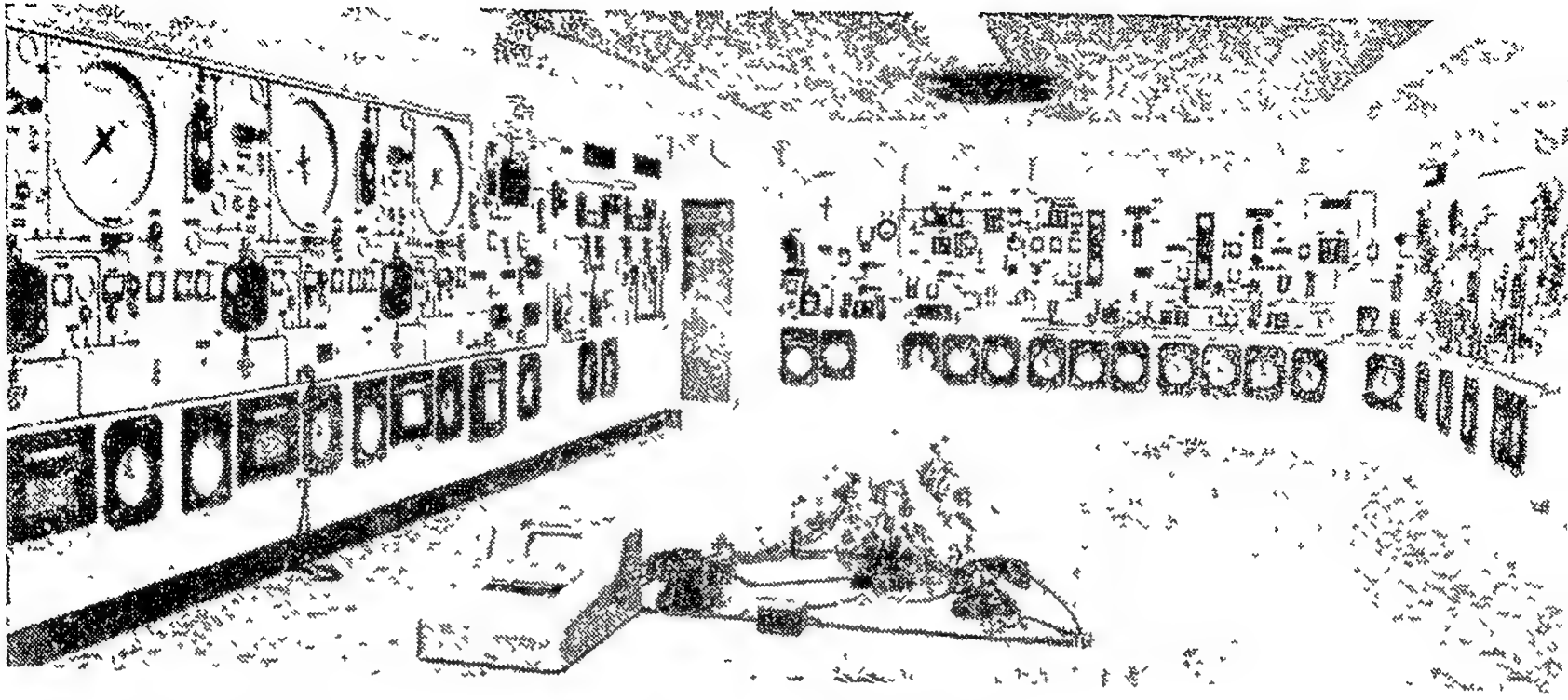
इनके अतिरिक्त दूसरे और भी पेट्रोलियम रसायनक, जैसे कि पेण्टेन, साइकलहैक्सेन आदि।

एरोमेटिक द्रव्योका वंश-वृक्ष

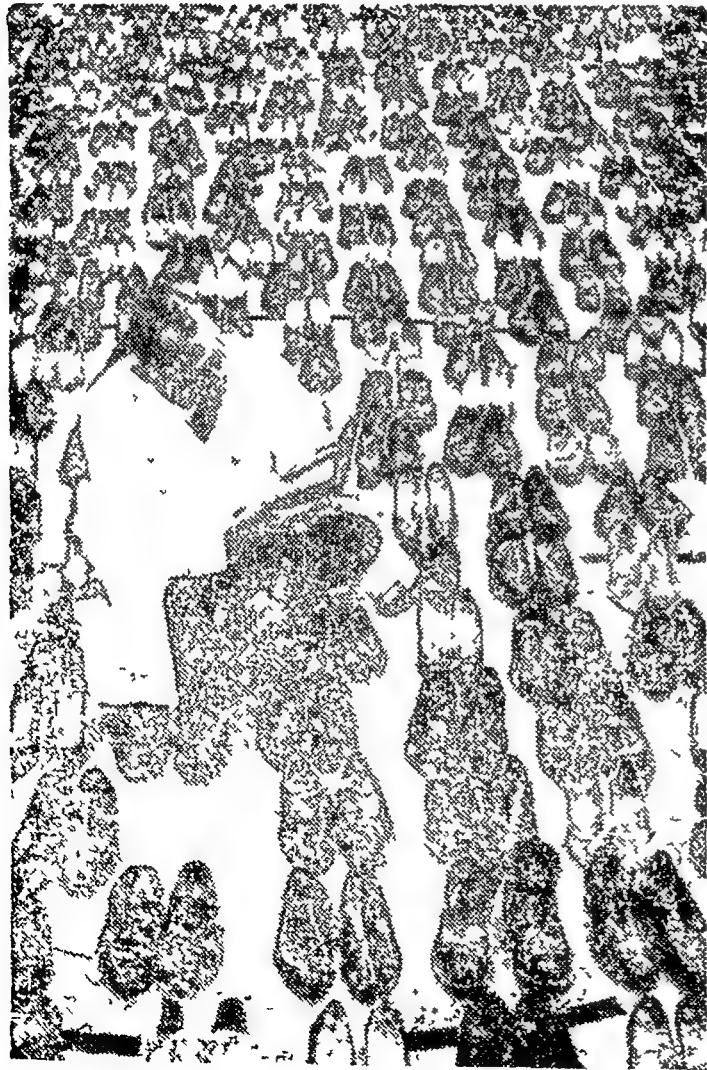


पैरैफिन द्रव्योका वंश-वृक्ष





ई० आई० डुपोण्ट केमिकल कारपोरेशनके नियन्त्रण-कक्षसे एक ही व्यक्ति द्वारा कारखानेका संचालन।



खंड : ४

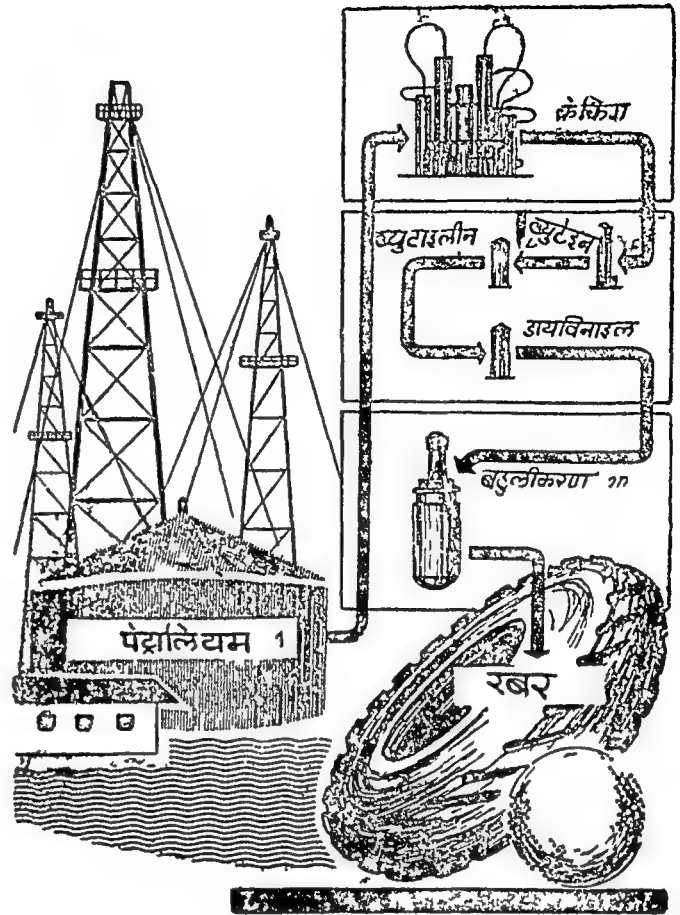
प्रतिदिन १,५०,००० जूतोका उत्पादन

११ : रबर

पृथ्वी पर मनुष्यने भिन्न-भिन्न समयमे जिन साधनोका उपयोग किया उनके आधार पर इतिहासकारोने मानव जीवनके युग निर्धारित किये है। उन युगोमे पाषाण-युग, लौह-युग, कांस्ययुग प्रसिद्ध है। लेकिन पिछले डेढ़ सौ वर्षोमे रबरका उपयोग बहुत महत्वपूर्ण हो उठा है।

सोलहवीं शताब्दीमे जब स्पेनी नाविक मध्य और दक्षिण अमरीका पहुँचे तो वहाँ उन्होंने रबरके पेड़ोकी खोज की। प्राकृतिक रबरके सम्बन्धमे सबसे पहला उल्लेख सेविलमे प्रकाशित "Valdes

La historia Natural Y general de las Indias" नामक पुस्तकमे मिलता है। इस पुस्तकमे रबरकी गेदसे खेले जानेवाले एक खेल 'बेटि'का उल्लेख किया गया है, जो आधुनिक टेनिससे मिलता-जुलता है। इस खेलका वर्णन करते हुए कहा गया है कि रबरकी गेद गुब्बारेसे भी ऊँची उड़ सकती है। अब इस बातको निश्चित रूपसे स्वीकार कर लिया गया है कि दक्षिण अमरीका-मे बसे हुए स्पेनवासियोने कपड़े और जूते तथा पहननेकी अन्य चीजे बनानेमे रबरका अच्छा उपयोग किया था। परन्तु यूरोपवालोको ठेठ अठारहवीं शताब्दी तक रबर प्राप्त नहीं हुआ था और न उन्हें इसके बारेमे कोई खास जानकारी ही थी। १७३६मे फ्रान्सकी विज्ञान-अकादेमीने अपने कुछ सदस्योको विपुलवृत्त पर मध्याह्न समयका अकन और सूर्यवेध निश्चित करनेके लिए दक्षिण अमरीकाके पेरू नामक देश भेजा था। इन लोगोने दक्षिण अमरीकाका व्यापक दौरा किया और रबरके बारेमे काफी जानकारी प्राप्त की थी। रबरके वृक्षसे निकलनेवाला दूधके रगका गाढ़ा द्रव तो यूरोप भेजा नहीं जा सकता था, परन्तु उससे बनी हुई कुछ चीजे भेजनेमे उन्हें जरूर सफलता मिली थी। आगे चलकर जब टर्पेन्टाइनके बारेमे यह खोज हुई कि उसमे रबरके विलायकके गुण है तो रबरको उसमे घुलाकर कपड़े पर चढ़ा दिया जाता था और विलायकके उड़ जाने पर रबरका लेप कपड़े पर ठीकसे चिपका रह जाता था। इस तरह रबरका कपड़ा बनना आरम्भ हुआ और वह देश-विदेश



भेजा जाने लगा। १८१९में ग्लासगो (इंग्लैण्ड)में चार्ल्स मैकिण्डागने जलसह (वाटरप्रूफ) कपड़ा बनाया और उसे एकस्व (पेटेंट) करवाकर १८२३में मैचेन्टरमें कारखाना खोला। उमी समय टॉमस हेनकाँक नामक व्यक्तित्वने मैकिण्डाँगसे अनुज्ञापत्र (लाइसेन्स) लेकर रबरके पट्टे, वटुए, मोर्जे आदि बनाने और बेचनेका उद्योग आरम्भ किया। इन चीजोंको बनाते समय जो टुकड़े और कतरने बची रह जाती थी उनका उपयोग करनेके लिए उसने सचर्वण (गुँघाई) करनेवाला एक यंत्र बनाकर नरम प्लास्टिक-जैसा पदार्थ तैयार किया और उससे नये आकार-प्रकारकी चीजे बनाई। गुँघाई-की क्रियाको वैज्ञानिक भाषामें मेस्टिकेशन (mastication) या सचर्वण कहते हैं। सचर्वणकी इस क्रियाके ही द्वारा आधुनिक रबर उद्योगकी नींव डाली गई। इस विधिसे उत्पादित पदार्थ (रबर)को मनचाहा आकार प्रदान किया जा सकता है। इसका कारण यह है कि सचर्वणमें रबरका अणुभार अत्यधिक कम हो जाता है।

उसके बाद १८३९में, अमरीकामें, चार्ल्स गुडइयरने यह खोज की कि यदि रबरको गन्धकके साथ गरम किया जाए तो वह काफी ऊँचे ताप पर भी स्थिति स्थापकता (लचीलेपन)के अपने गुणको बनाये रख सकता है और विलायकोंके प्रति उसकी प्रतिरोध क्षमता भी ज्यादा बढ़ जाती है। फिर टॉमस हेनकाँकने रबरको गन्धकके साथ तापित करनेकी विधि खोज निकाली और उसके एक मित्र विलियम ब्रोकेण्डोने उस विधिको नामकरण किया—‘वल्केनाइजेशन’ (गुण वृहण या वल्कनीकरण)। वल्कन रोमनोंके अग्निदेवका नाम है।

वल्कनीकरणकी क्रियामें गन्धककी मात्रा ५० प्रतिशत बढ़ाने पर गुडइयर और हेनकाँक-को एक कड़ा पदार्थ प्राप्त हुआ जो आजकल एवोनाइट, वल्के नाइट अथवा हार्ड रबरके नामसे जाना जाता है। एवोनाइटकी खोजको रबर उद्योगके इतिहासमें एक सीमाचिह्न माना जाता है, क्योंकि जो सबसे पहला उष्ण कठोर प्लास्टिक उत्पन्न किया गया वह एवोनाइट ही था।

रबरका ‘रबर’ नाम इसलिए पड़ा कि जोसेफ प्रिस्टले नामक अंग्रेजी वैज्ञानिकने अपनी एक पुस्तकमें पेन्सिलकी लिखावट मिटानेके लिए इसका उल्लेख रबर (rub=मिटाना, rubber=मिटाने-वाला) शब्दके रूपमें किया था। फ्रांसीसी भाषामें इसका नाम ‘के ओत्युक’ है, जिसका अर्थ होता है ‘रोनेवाला पेड़’। आजका विज्ञान रबरको ‘इलेस्टोमर’ कहता है।

रबरके वृक्षका मूलस्थान दक्षिण अमरीका है। इसका शास्त्रीय (लैटिन) नाम ‘हेविआ ब्राज़िलिएन्सिस’ है। इसकी छाल पर चीरे लगानेसे दूध-जैसा गाढ़ा द्रव निकलता है। पेड़ पर थोड़े-थोड़े फासले पर प्याले बाँधकर अथवा चीरे लगाकर इस द्रवको इकट्ठा किया जाता है। ब्राज़िल की अमेज़ान नदीकी घाटीमें सबसे पहले इन वृक्षोंका पता चला था। उसके बाद तो इनके बीजों-को सुदूर-पूर्वमें ले जाकर वहाँ भी उगाया गया। अब तो जावा, सिंगापुर, बर्मा, श्रीलंका आदिमें इन वृक्षोंके बगीचे लगाये गए हैं।

१९वीं शताब्दीमें कुछ दूरदर्शी व्यक्तियोंने (जिनमें हेनकाँक भी था) अन्य स्थानोंमें रबरके वृक्षोंकी खेती करनेके लिए अमेज़ानकी घाटीसे इनके बीजोंको बाहर भेजना शुरू किया। १८७५में लन्दनके रायल बोटैनिकल उद्यानकी ओरसे हेनरी विक्हामने इस वृक्षके ७० हजार बीजोंकी तस्करी की थी। (इस कारगुजारीके लिए ब्रिटिश सरकारने उसे ‘सर’की उपाधिसे विभूषित किया था।) क्यू उद्यानमें इसके पौधे तैयार कर मलाया, असम, बर्मा, श्रीलंका और सुदूरपूर्वके अन्य देशोंमें रबरके

बगीचे लगाये गए। इसके परिणामस्वरूप आज दक्षिण-पूर्वी एशियामे विश्वका ९० प्रतिशत रबर पैदा किया जाता है। १९४२मे दूसरे विश्वयुद्धके दौरान जब जापानने सारे दक्षिण-पूर्वी एशिया पर अधिकार कर लिया तो मानो अंग्रेजोको उनकी तस्करीकी सजा मिल गई।

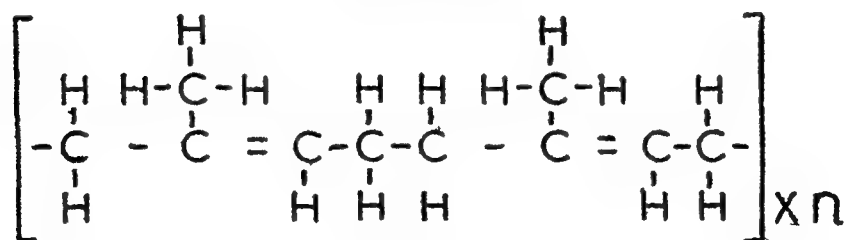
१९०० ईसवीसे रबरके वृक्ष लगानेका अभियान आरम्भ हुआ था और आज प्राकृतिक रबरका विश्व-उत्पादन २० लाख टनसे भी अधिक हो गया है।

१८९५मे मोटर गाडियोमे रबरके हवा भरे (न्युमेटिक) टायरोका उपयोग आरम्भ हुआ, तबसे रबरकी खपत लगातार बढ़ती चली गई। कालान्तरमे ये दोनो उद्योग एक-दूसरेके पूरक हो गए मोटर कारके उत्पादनके साथ रबरका उत्पादन बढ़ा और रबर उद्योगके विकासके साथ-साथ टायरोकी संख्या भी बढ़ने लगी। विश्वमे रबरका जितना उत्पादन होता है उसका आधा मोटर-उद्योगमे काम आ जाता है।

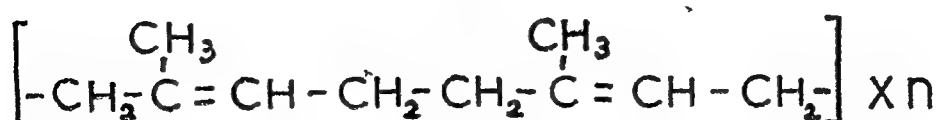
अब रबरके रसायन-शास्त्रको भी देख लिया जाए। रबर क्या है, उसकी गठन किस प्रकारकी है, उसके गुणो और परमाणु संरचनामे पारस्परिक क्या सम्बन्ध है, आदि प्रश्न सबसे पहले गुडइयर और हेनकाँकके रबर-सम्बन्धी प्रयोगो एवं परीक्षणोके समय उपस्थित हुए थे।

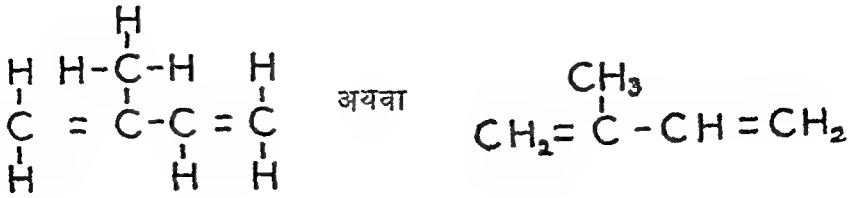
१८६०मे ग्रेविल विलियम्स नामक वैज्ञानिकने रबरके विज्ञान पर पहले-पहल प्रकाश डाला। उसने रबर आक्षीर (लेटेक्स—रस)का आसवन करके 'आइसोप्रीन' नामका हाइड्रोकार्बन प्राप्त किया। इस आइसोप्रीनमे कार्बनके पाँच और हाइड्रोजनके आठ परमाणु होते हैं। हाइड्रोजनका परमाणु एक संयोजकतावाला होनेके कारण वह एक बारमे केवल एक संयोजकतावाले परमाणुसे संयोग कर सकता है जबकि कार्बनकी संयोजकता चार होनेके कारण वह एक संयोजकतावाले एक, दो, तीन और चार परमाणुओसे संयोजन कर सकता है। C_5H_8 सूत्रवाले रासायनिक यौगिकमे कार्बनके पाँच परमाणुओके साथ हाइड्रोजनके आठ परमाणुओके संयोजनकी अनेक सम्भावनाएँ हो सकती हैं और उनमे एक संरचना प्राकृतिक रबरके अणुओकी भी है, जबकि दूसरे सभी रासायनिक पदार्थ भिन्न प्रकारके हैं। C_5H_8 सूत्र आइसोप्रीनके साथ-साथ प्राकृतिक रबरका सूत्र भी है। परन्तु रबर और आइसोप्रीन एक ही प्रकारके पदार्थ नहीं हैं, क्योंकि आइसोप्रीन जहाँ रंगहीन द्रव है, प्रत्यास्थ (स्थिति स्थापक) ठोस पदार्थ है। रबरका आसवन करनेसे आइसोप्रीन प्राप्त होता है, इससे रसायन-शास्त्रियो-को लगा कि रबरके अणुओकी शृंखलामे आइसोप्रीनके अणु जुड़े हुए होंगे। रबर और आइसोप्रीनकी रासायनिक संरचना इस प्रकार है

प्राकृतिक रबर



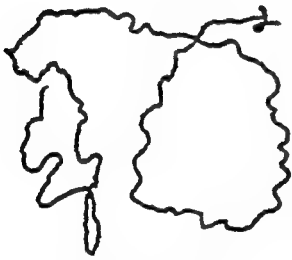
अथवा





प्राकृतिक रबर और आइसोप्रीनमें अन्तर यह है कि प्राकृतिक रबरमें १०००में ४०,००० आइसोप्रीन एकाकीकी पुनरावृत्ति (repeating units) हुई रहती है। जहाँ-जहाँ कार्बनके निबन्ध (double bond) होते हैं वहाँ उस पर हवामें रहनेवाला आक्सीजन क्रिया करता है, इसीलिए 'रबर' और 'गन्धक'के बीच बल्कनीकरणकी क्रिया हो सकती है।

इन अणुओंके सम्बन्धमें महत्त्वपूर्ण तथ्य यह है कि यदि इन्हें खुला रखा जाए तो इनकी शृंखला आपसमें उलझ जाती है। मालाओंकी अनेक लड़ियाँ यदि खुली फेंक दी जाएँ तो वे आपसमें कैसी उलझ जाती हैं? साथवाली आकृतिमें एक ऐसा ही उलझाव दिखाया गया है।



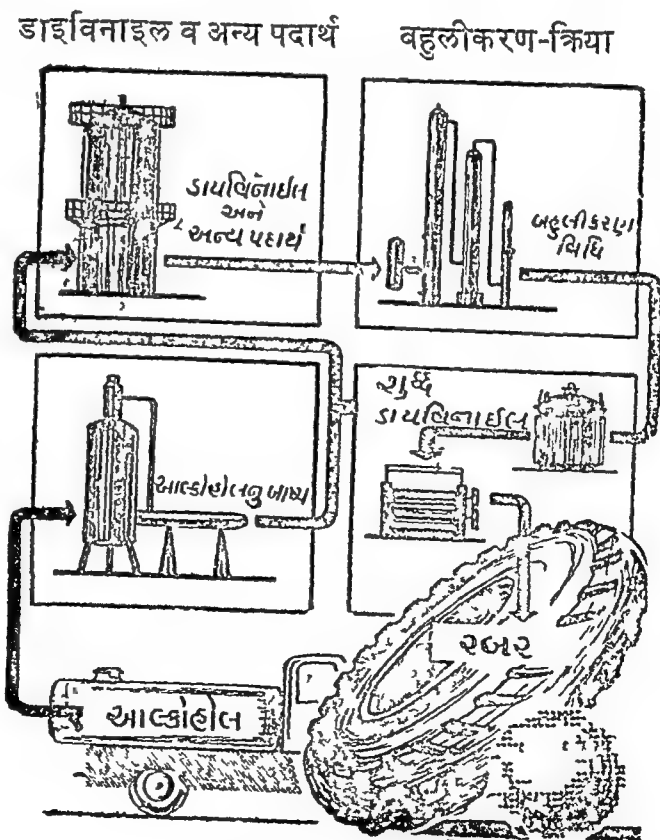
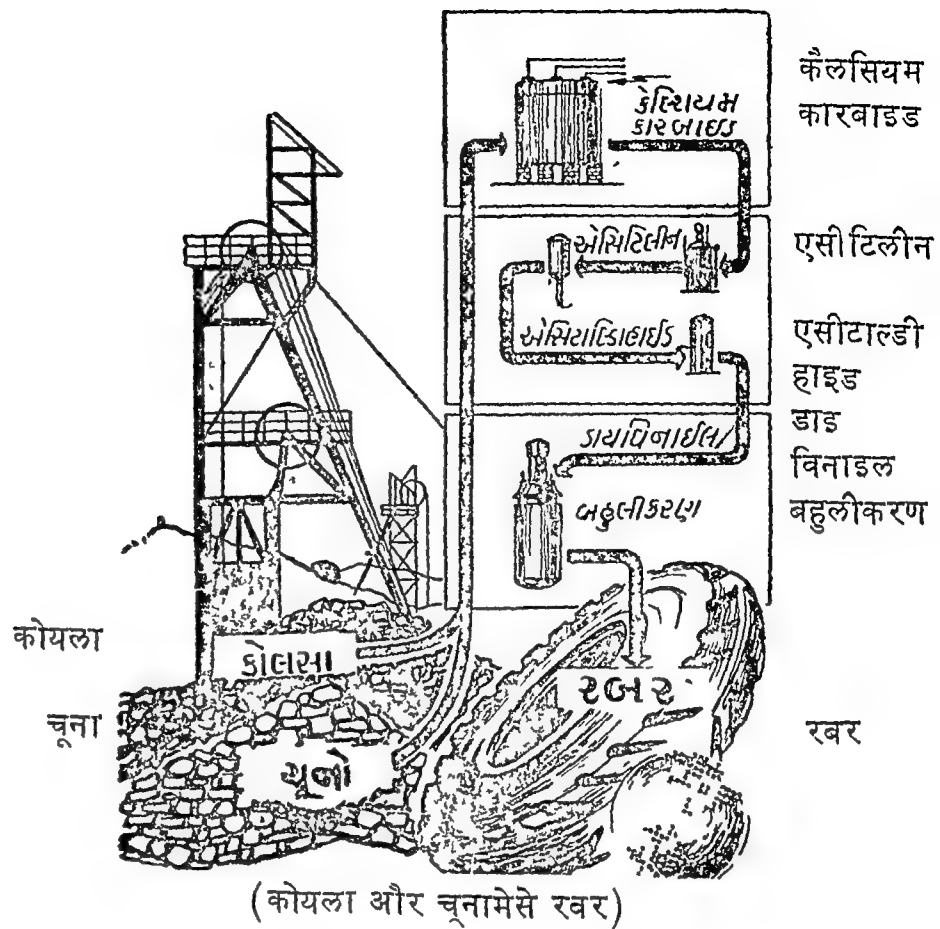
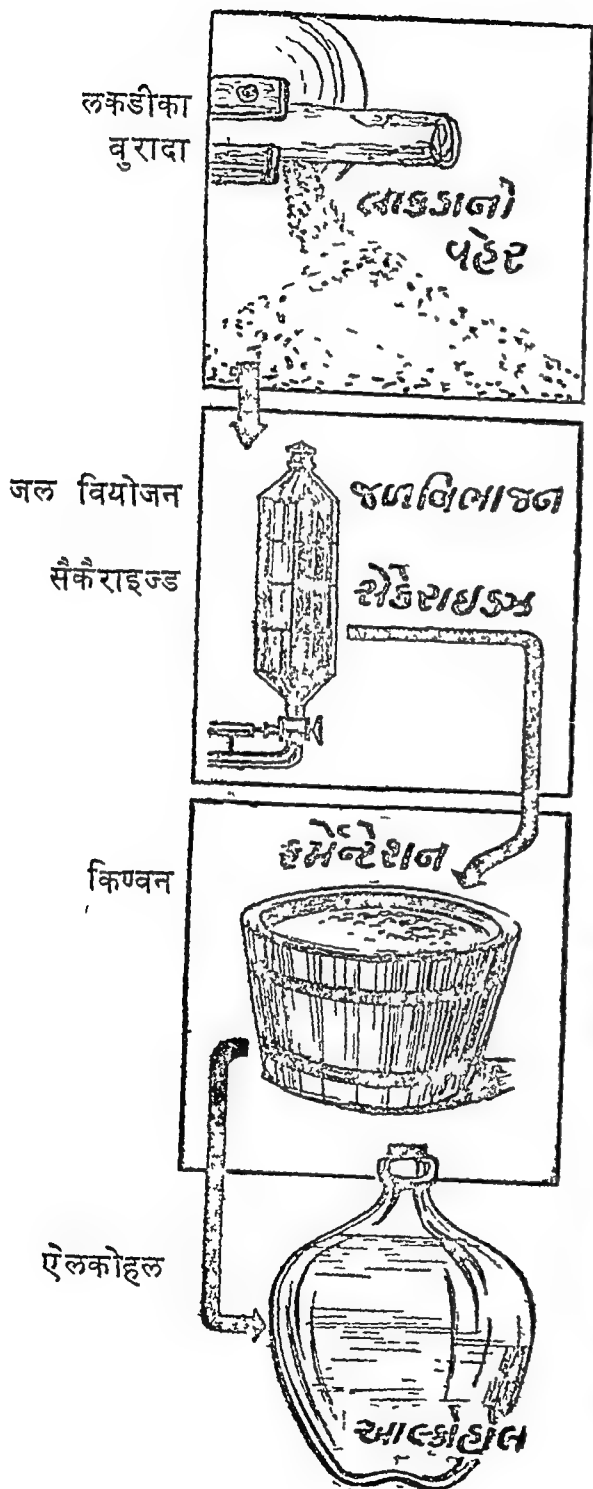
रबरका अणु

इस उलझावके दोनों मिरोको यदि खींचा जाय तो अणु लम्बा हो जायगा। रबरमें प्रत्यास्थताके गुणका यही कारण है।

ऐसे विस्तारवाले अणुको प्रयोगशालामें बनाना मुश्किल ही है। लेकिन पिछले तीस-वत्तीस वर्षकी अवधिमें इस प्रकारके कई अणुओंका मृजन मनुष्यके हाथों हुआ है, इसलिए अब हम मानव-निर्मित रबरकी ओर मुड़ते हैं।

१८७९में गुन्ताव वुगार्डेट नामक वैज्ञानिकने आइसोप्रीन और हाइड्रोक्लोरिक अम्लकी पारस्परिक क्रियाके द्वारा रबर-जैसा पदार्थ बनाया। तीन वर्ष बाद, १८८२में, इंग्लैण्डमें विलियम टिल्डने टर्पेन्टाइनमें आइसोप्रीन बनाया और फिर उसमें रबर-जैसा पदार्थ उत्पादित किया। १९१०में एम० बी० लेवेदेव नामक रूसी रसायनज्ञने व्यूटाडाइनसे रबर बनाया। रबरसे सम्बन्धित सबसे साधारण रासायनिक द्रव्य व्यूटाडाइन है। व्यूटाडाइन अपने ही अणुओंको इकट्ठा कर लम्बी शृंखला बनाता है। इस क्रियाको बहुलीकरण अथवा पोलिमेराइजेशन क्रिया कहते हैं। 'पोली' मूलतः ग्रीक भाषाका शब्द है, जिसका अर्थ 'एकसे अधिक' होता है। दो भिन्न-भिन्न अणुके संयुक्त होने पर उस पदार्थको 'सह बहुलक' अथवा 'को-पोलीमर' कहते हैं।

प्राकृतिक रबर बड़ा ही अनोखा पदार्थ है। परन्तु मानव-निर्मित रबर कई बातोंमें प्राकृतिक रबरसे भी उत्कृष्ट होता है। प्राकृतिक रबर आसानीसे जलता है, लेकिन ऐसा भी मानव-निर्मित रबर बनाया गया है, जो आगमें जरा भी नहीं जलता। प्राकृतिक रबर तेल और स्निग्ध (चिकने) पदार्थ लगनेसे फूल जाता है, मानव-निर्मित रबरको ऐसे प्रभावोंसे मुक्त रखा जा सकता है। इतना ही नहीं, मानव-निर्मित रबर विविध रंगों और रंगीन कान्तियोंमें भी बनाया जा सकता है। मानव-निर्मित रबर प्राकृतिक रबरसे एक हजार गुना अधिक टिकाऊ होनेके कारण अभेद्य (impermeable)



लकड़ीके बुरादेसे रबर

रह सकता है। मनुष्यने ऐसा रबर भी बनाया है जिम पर ओजोन गैमका कोई असर नहीं होता। प्राकृतिक रबरसे आजकल पोलियुरेथेन किस्मके रबरसे बने टायर अधिक मजबूत होते हैं। वह समय दूर नहीं है जब एक लाख मील तक चलनेके बाद भी न घिसनेवाले टायर बनने लगेंगे। इसका अर्थ यह हुआ कि सामान्य कोटिकी मोटरकारकी जिन्दगी तक उसके टायर भी काम देते रहेंगे।


मानव-निर्मित रबर हाइड्रोकार्बन वर्गके रसायनोसे बनी हुई इमारत है। १९०९से १९१२ तककी अवधिमें जर्मनीमें आइसोप्रीन बनाया गया और उससे जर्मन रसायन-विदोंने इतनी अधिक मात्रामें रबर तैयार किया कि वहाँके वादगाह कैसरकी मोटर गाडीके टायर उस रबरके बनाये गए थे। उनके बाद प्रथम महायुद्धके दौरान जर्मनीको प्राकृतिक रबर मिलना बन्द हो गया तो जर्मनोंने उसके स्थान पर डाइ मिथाइल ब्यूटाडाइन नामक रसायनकसे रबर बनानेकी विधि खोज निकाली। इन पदार्थ-को मिथाइल रबर कहा जाता है। उसकी रासायनिक संरचना यद्यपि आइसोप्रीन-जैसी है, परन्तु उसमें एक मिथाइल समूह (CH₃) अधिक होता है। जर्मनोंने युद्धके दौरान २३५० टन मिथाइल रबरका उत्पादन किया और उसके टायर भी बनाए यद्यपि वे उतने मजबूत साबित न हो सके। परन्तु जर्मन वैज्ञानिकोंका यह प्रयत्न हाइड्रोकार्बन रसायनकोमें रबर बनानेकी दिशा-में एक नया कदम था। आज तो अधिकांश मानव-निर्मित रबर हाइड्रोकार्बन रसायनकसे ही बनाया जाता है।

७ दिसम्बर १९४१के दिन जापानने दूसरे विश्वयुद्धमें प्रवेश किया। उसने हवाई द्वीप समूह-के पर्ल वन्दरगाहमें स्थित अमरीकी प्रगान्त नौसेना दलको नष्ट कर दिया। तीन महीनेके अन्दर अग्रेजोंके अजेय समझे जानेवाले बन्दरगाह सिंगापुर पर भी उसका अधिकार हो गया और डच ईस्ट इंडीजको जापानियोंने जीत लिया। इससे मित्र-राष्ट्रोंकी शक्तियों काफ़ी क्षति पहुँची, क्योंकि सैनिक-वाहनों और युद्धपोतोंके लिए आवश्यक प्राकृतिक रबरका प्राप्ति स्थान उनके हाथसे निकल गया था। रबरका जो थोड़ा-बहुत सग्रह उनके पास था वह कितने दिन चल पाता? रबरके बिना न तो ट्रक, ट्रैक और वायुयान चलाये जा सकते थे, न विद्युत्-जनित बनाये जा सकते थे और न यातायात, एव परिवहन-सेवाओंको चालू रखा जा सकता था। संक्षेपमें यह कि सरिलिष्ट रबरका उत्पादन किये बिना पराजय निश्चित थी। सरिलिष्ट रबर बनानेकी ओर अभी तक उन्होंने ध्यान नहीं दिया था क्योंकि सुदूर पूर्वके रबर बागानों पर उनका एकछत्र अधिकार था। लेकिन अब स्थिति बदल गई थी। धुरी-राष्ट्रों—जर्मनी और जापान—को इस सम्बन्धमें कोई चिन्ता नहीं थी। रबर उत्पादक प्रदेश अब उनके अधिकारमें था, और जर्मनी प्रथम विश्व युद्धमें सबक सीख ही चुका था। १९४२में जर्मनीके कृत्रिम रबरका वार्षिक उत्पादन ९० हजार टन तक पहुँच गया था, जो अगले ही वर्ष १ लाख टन हो गया। यहाँ यह उल्लेखनीय है कि एक लाख टन रबर ४ लाख एकड़ जमीनमें उगाए गए वृक्षोंसे प्राप्त रबरके बराबर होता है।

अब मित्र-राष्ट्रोंके लिए विजय विज्ञानके साथ समयकी होड थी। सौभाग्यसे कुछ ही समय पहले अमरीका जर्मनीसे ब्यूना (Buna) रबरका एकस्व प्राप्त कर चुका था, इसलिए वहाँ जल्दी ही GR-S (गवर्नमेण्ट रबर-स्टैंडर्डिन)का उत्पादन आरम्भ कर दिया गया। इस रबरका युद्धकालीन नाम 'ब्यूना एस' था। इस कामके लिए अमरीकामें फौरन ५०से भी अधिक रबर बनानेके कारखाने स्थापित किये गए। उनमेंसे आठे कारखानोंमें रबरके लिए आवश्यक कच्चा माल, ब्यूटाडाइन

और स्टाइरिन नामक रसायनक बनाये जाते थे। चार कारखानोमे नियोप्रीन, ब्यूटेन और थायो-कोल किस्मके रबर बनाना आरम्भ किया गया और नौ कारखानोमे ऐलकोहल और अन्य जरूरी रसायनक बनानेकी व्यवस्था की गई थी। खासे बड़े पैमाने पर किये गए इन प्रयत्नोका फल भी शीघ्र ही मिला। १९४३मे कृत्रिम रबरका उत्पादन अमरीकामे २ लाख टन हुआ, जो जर्मनीके उसी वर्षके उत्पादनका दुगुना था। १९४५मे तो अमरीकी उत्पादन ७ लाख टन तक पहुँच गया। इस प्रकार विज्ञानको अपने प्रयत्नमे आशातीत सफलता मिली और मित्र-राष्ट्र युद्धमे विजयी हुए।

कृत्रिम रबरकी मुख्य जातियाँ

प्रकार	एकलक (Monomer)	बहुलक (Polymer) संरचना
GR-S (ब्यूना-एस)	ब्यूटाडाइन २५% साइटिन	$\left[\left(\text{CH}_2 - \text{CH} = \text{CH} - \text{CH}_2 \right)_x - \text{CH} - \text{CH} - \text{CH}_2 \right]_n$ 
GR-I (ब्यूटेन रबर)	आइसो ब्यूटेलीन ५% आइसोप्रीन	$\left[- \text{CH}_2 - \underset{\text{CH}_3}{\overset{\text{CH}_3}{\text{C}}} - \right]_x \text{CH}_2 - \text{CH} = \text{CH} - \text{CH}_2 \right]_n$
GR-M (नियोप्रीन)	क्लोरोप्रीन	$\left[\left(\text{CH}_2 - \underset{\text{Cl}}{\text{C}} = \text{CH} - \text{CH}_2 \right) \right]_n$
नाइट्राइल रबर (ब्यूना-N)	ब्यूटाडाइन १८-४२% एकिलोनाइट्राइल	$\left[\left(\text{CH}_2 - \text{CH} = \text{CH} - \text{CH}_2 \right)_x - \underset{\text{CN}}{\text{CH}} - \text{CH}_2 \right]_n$
पोली सल्फाइड रबर (थायोकोल)	अनेक प्रकार के	$\left[- \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \underset{\text{S}}{\underset{\text{S}}{\text{S}}} - \underset{\text{S}}{\underset{\text{S}}{\text{S}}} - \right]_n$
सिलिकोन प्रकार		$\left[- \text{O} - \underset{\text{CH}_3}{\overset{\text{CH}_3}{\text{Si}}} - \text{O} - \underset{\text{CH}_3}{\overset{\text{CH}_3}{\text{Si}}} - \text{O} - \right]_n$

अब कुछ खास किस्मके रबरोका उल्लेख कर लिया जाए। इसमे सिलिकोन नामक किस्म असाधारण है। ऊपरका अन्तिम सूत्र यह बतलाता है कि इसकी सरचनामे कार्बनके स्थान पर सिलिकोन और आक्सीजन रहता है और हाइड्रोजन समूह सिलिकोनसे जुड़ा होता है।

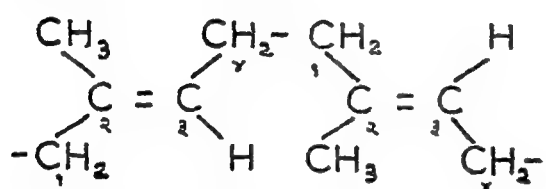
सिलिकोन रबर मृदु होता है और साँचेमे रखकर दबानेसे साँचेकी आकृति ग्रहण कर लेता है। अधिक दाबकी भी जरूरत नहीं होती, केवल अँगुलीसे दबाने-भरसे काम चल जाता है। सिलिकोन रबरकी अणु सरचनामे द्विबन्ध न होनेसे गन्धकके साथ इसका वल्कनीकरण नहीं हो सकता। सिलिकोन रबर पर अन्य रसायनोका असर नहीं होता। इस प्रकारकी इसकी एक किस्म 'सिलेस्टिक' नामसे प्रख्यात है।

पोलीएथिलीन, क्लोरिन और गन्धकके मिश्रणसे जो रबर बनाया जाता है वह 'हायपेलोन' कहलाता है और अत्यधिक कठोर होनेके कारण इंजीनियरिंग कामोमे प्रयुक्त होता है।

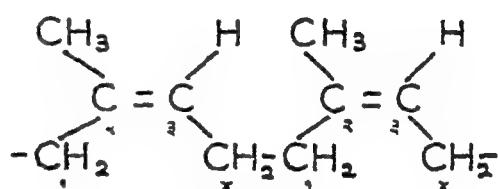
दूसरी एक किस्म कार्बन और फ्लुओरिनका सह-बहुलक है, जो KCl-I के नामसे विख्यात है। इसकी दृढता प्रति वर्ग इंच ३५०० पौण्ड होती है और उष्णता एवं मान्द्र सत्पथुरिक अम्ल तथा फ्युमिग नाइट्रिक अम्लका इस पर कोई असर नहीं होता।

पोलीयुरेथेन रबर 'फोम' रबर अथवा फेनिल रबरके नामसे प्रसिद्ध है। इसमें कार्बन डाइआक्साइड गैस भरी होनेके कारण यह फूला हुआ रहता है।

ऊपर बताये गए रबर सरचनाकी दृष्टिसे प्राकृतिक रबरके समान माने जा सकते हैं, परन्तु प्राकृतिक रबर और उनकी अणु सरचनामें भिन्नता होती है। वास्तविक सन्श्लिष्ट रबर उसे कहा जाता है जो अणु सरचनामें भी प्राकृतिक रबरका सागोपाग अनुसरण करे। वी० एफ० गुडरिच, गल्फ आयल कारपोरेशन और फायरस्टोन टायर एण्ड रबर कम्पनियोंने इस प्रकारका वास्तविक सन्श्लिष्ट रबर बनानेकी घोषणा की है। इस प्रकारके रबर क्रमशः एमरिपोल S-N और कोरल रबरके नामसे प्रसिद्ध हैं। प्राकृतिक रबरको पोली आइसोप्रीन कहा जा सकता है। उसकी अणु सरचनाको (cis-poly-Isoprene-सिस-पोली-आइसोप्रीन) कहा जाता है। यह 'मिस' क्या है? हाइड्रो-कार्बन पदार्थमें कार्बनसे संयुक्त कोई तत्व अथवा समूह यदि एक बन्धवाला हो तो वह उस बन्धके चारों ओर घूम सकता है। द्विवन्धवाले कार्बन युग्मके आसपास 'समूह' इस प्रकार घूम नहीं सकते। द्विवन्धवाले कुछ पदार्थोंमें 'सिस' और 'ट्रान्स' (trans) किस्में होती हैं। 'मिस'का अर्थ है सम-पक्षीय और 'ट्रान्स'का विपम पक्षीय। प्राकृतिक रबर समपक्षीय आकारका होता है और गट्टापर्चा विपम पक्षीय आकारवाला।



विपम पक्षीय (trans) सरचना



समपक्षीय (सिस) सरचना

यदि ऊपरकी आकृतियोंमें दिखाए हुए १ और ४ स्थानों पर आइसोप्रीनके अणुओंको संयुक्त किया जा सके तो उस पदार्थको प्राकृतिक रबर-जैसा ही बनाया जा सकता है। जर्मन वैज्ञानिक के० जिग्लरने उत्प्रेरकका उपयोग करके इसे प्रमाणित कर दिया है।

यातायातके साधनों और परिवहन सेवाओंमें रबरका महत्त्वपूर्ण स्थान है। वायुयानों, मोटर गाड़ियों, वसों, वाइसिकलो आदिमें रबरका प्रचुरतासे उपयोग किया जाता है। आधुनिक कारके ५०० हिस्से रबरके बने होते हैं। रेलगाड़ियोंकी भी बैठके स्पज रबरकी बनाई जाती है और खिड़कियाँ-दरवाजों पर रबरके अस्तर और गुटके लगे होते हैं। रेलगाड़ियोंके उच्च-वर्गके डिब्बोंके फर्श पर रबरकी चटाइयाँ बिछी रहती हैं। रबरके केवल, पट्टे, होज आदि कई वस्तुएँ बनती हैं। लेकिन अधिक मात्रामें रबरका उपयोग टायर बनानेमें किया जाता है।

अन्तरिक्ष यात्रामें व्यवहृत राकेटोंमें रबरका उपयोग दिनोदिन बढ़ता जाता है। राकेटोंके ईंधन कक्षोंमें रिग (छल्ले), सील (वध), गास्केट आदि पेकिंगो (भरतियों)के लिए ब्यूरिल, सिलिकोन अथवा नियोप्रीन किस्मोंके रबरोंका उपयोग किया जाता है। इसका कारण यह है कि इस किस्म-

के खर दाव, उष्णता ओर विलयनका प्रतिरोध कर सकते हैं। राकेटको भी धक्का-सह खरके पाये पर चढाकर रखने हैं। ठोस ईधन मिश्रण होता है ओर उसे मिश्रित रखनेके लिए थायोकोल किस्म-के खरका उपयोग किया जाता है।

अमरीकामे 'जेमिनी' ओर 'अपोलो' अन्तरिक्ष यानोंकी खिडकियोंके विसवाहन (insulation)के लिए पोलियूरेथेन किस्मके खरका उपयोग किया गया था।

इस प्रकार मनुष्यने प्राकृतिक खरके एकाधिकारको समाप्त कर वैज्ञानिक सफलताकी विजय-पताकाको फहराया है।

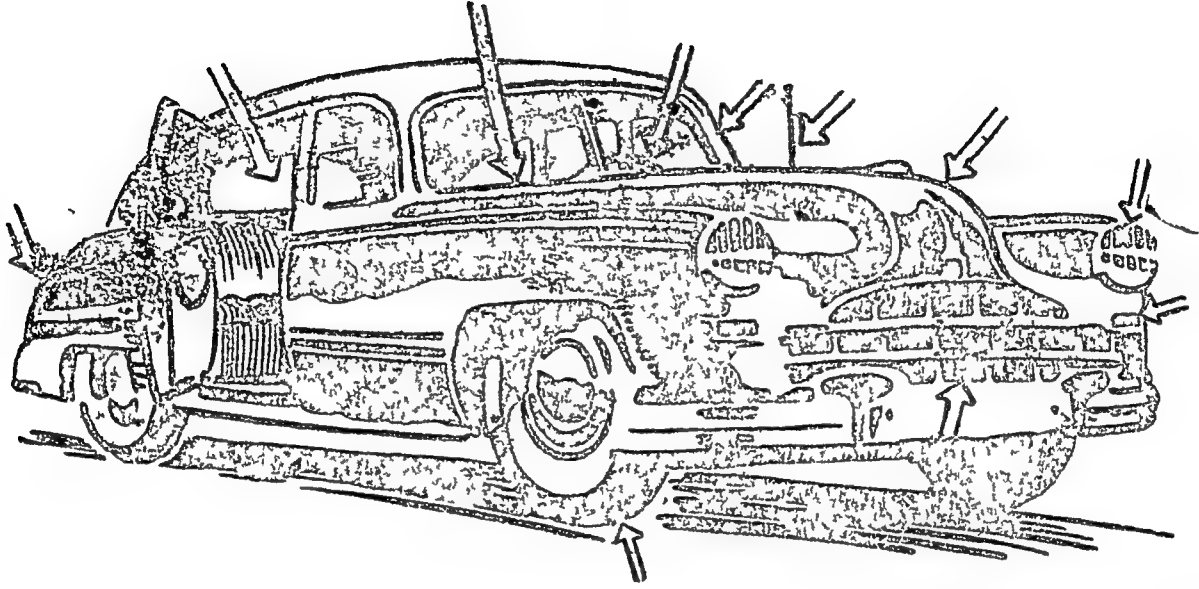
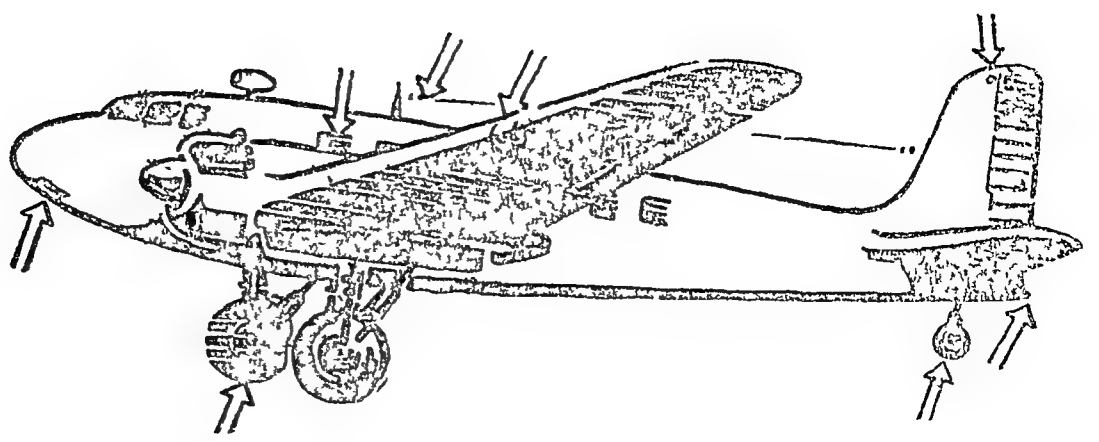
डॉल्टनकी डायरीका एक पृष्ठ

खर :. १६१

प्लास्टिककी माया

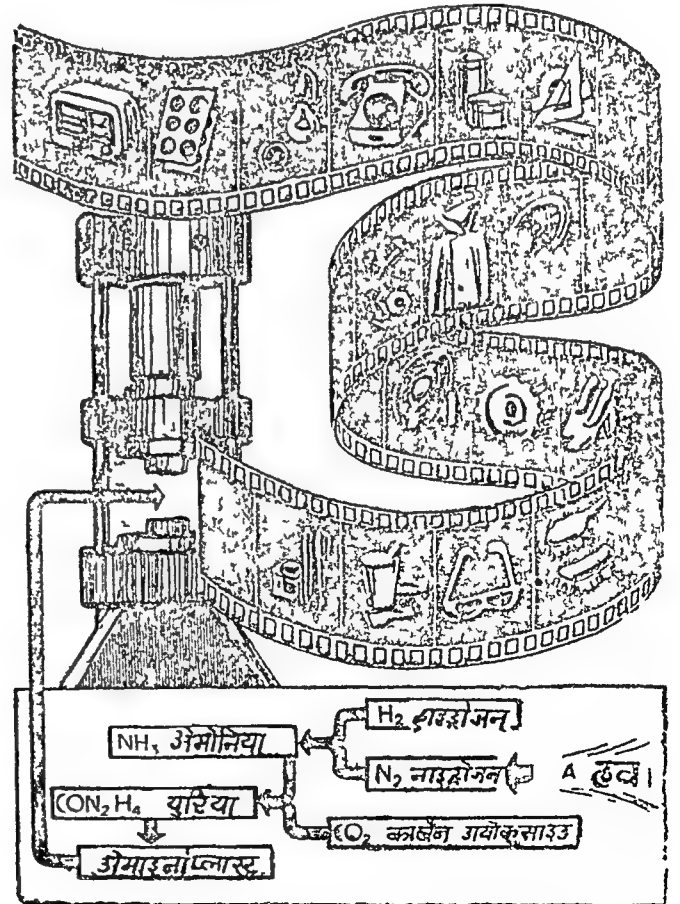
सवेरेके समय यूरिया फॉर्मालिडहाइड प्लास्टिकसे सुशोभित एलार्म घडीकी घटीकी टुनटुनाहटसे जागकर, पोलीएमाइड (नायलोन) प्लास्टिकके ब्रशसे दाँत साफकर, बिनाइल प्लास्टिकके कप-प्लेटमे प्लास्टिकके चम्मचकी सहायतासे चाय-नास्ता कर, एसीटेड प्लास्टिककी फ्रेममे मढे काँचके सामने प्लास्टिकके हथोवाले उपकरण लेकर, प्लास्टिकके ग्रेविंग (हजामतके) ब्रश ओर प्लास्टिकके रेजरसे दाढी बनाकर, पोलीएथिलीन प्लास्टिककी वालटी और लोटेका स्नानके लिए उपयोग कर, नायलोन प्लास्टिकके कघेसे बाल सँवारकर, पोलीइस्ट प्लास्टिक टेरेलिनके कमीज, कोट, पतलून, टाई ओर नायलोनके मोजे धारण कर, सश्लिष्ट चमड़ेके बूट पहन, जेवमे प्लास्टिकका फाउण्टेनपेन, सिगार केस, चश्मा आदि रखकर, प्लास्टिककी हैण्ड वेग हाथमे लेकर, दफ्तर पहुँचकर, टाइपिस्टसे प्लास्टिकके टाइपराइटर पर पत्रादि टाइप करवा कर, वातचीतके लिए प्लास्टिकके टेलीफोनका उपयोग कर, शामको प्लास्टिकके साज-सामानसे सुशोभित मोटरगाडी या बसमे प्लास्टिकके कपड़ेसे मढी हुई बैठक-पर विराजित हो घर लोटकर, द्वारपर नायलोन प्लास्टिककी साडीमे सजी-सवरी ओर प्रतीक्षा करती हुई श्रीमतीजीके सामने मुस्कराकर, अपने कमरेमे जाकर प्लास्टिकका स्विच दवा प्लास्टिक केबिनेट वाले रेडियोसे सगीत-श्रवणके द्वारा दिन-भरकी थकान उतार कर, प्लास्टिककी फिटिंगोसे सुशोभित बाथरूममे जाकर, प्लास्टिकके फव्वारेके नीचे स्नान कर, प्लास्टिक (सनमाइका) मढी डाइनिंग टेबल पर प्लास्टिककी प्लेट और कटोरेमे परिवारके साथ शामका भोजन कर, फिर बच्चोके साथ प्लास्टिकके मुहुरोसे शतरंज या प्लास्टिकके पत्तोसे ताश खेलकर, अन्तमे पोलीयुरेथेन प्लास्टिकके फेनिल स्वरकी गय्या पर निद्रावीन होने तककी दिनचर्यामे आजका नागरिक प्लास्टिककी मायामे किस तरह फँसा हुआ है।

वायुयान और
मोटर गाडीमे
प्लास्टिकके
साज-सामान



मोटर गाडी

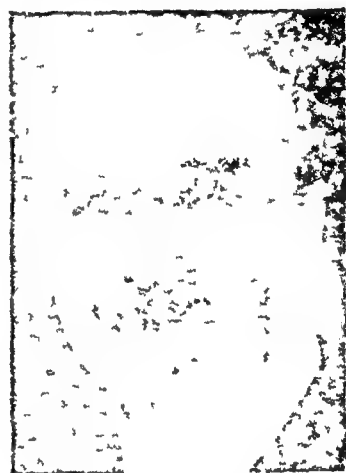
‘जिधर भी देखता हूँ’



मानव-जीवनके सभी क्षेत्रोमे प्लास्टिककी
दिग्विजय ।

१२ : प्लास्टिक

अर्वाचीन काल प्लास्टिकका युग है। प्लास्टिक सैल्यूलोयड अथवा पत्रकटा पहले-पहल १८६८ ई०में बनाया गया था, इसलिए १९६८का वर्ष प्लास्टिकका जन्म-गतावदी वर्ष माना जाना है। १९५०के बाद, हर पाँचवे साल, प्लास्टिकका उत्पादन दुगुना होता रहा है, १९६७में कुल उत्पादन १५ अरब पौण्डके लगभग कूता गया था। ऐसा अनुमान किया जाता है कि १९८० तक प्लास्टिकके उत्पादनमें सात मो प्रतिशत तक वृद्धि हो जाएगी। आज तो फाउण्टेनपेन, घड़ियो तथा कमरमें बाँधनेके पट्टे, मिठाई अथवा अन्य खाद्य पदार्थोंके डिब्बे, चग्मेके फ्रेम—यहाँ तक कि चग्मेके काँच भी—, रंग-द्विरंगे खिलौने, चाय-काँफी पीनेके प्याले आर रकावियाँ, ग्रामोफोनके रेकड, सशिल्प रेगोके कपडे, फिल्म, जूते, बरसातमें काम आनेवाले जलसह (वाटर प्रूफ) वस्त्र आदि शुद्ध प्लास्टिकके बनाये जाते हैं और हमारे जीवनके अनिवार्य अंग बन गए हैं। औद्योगिक क्षेत्रमें तो प्लास्टिकने मैदान ही मार लिया है। अम्लो अथवा क्षारोंके द्वारा सक्षारित होनेका कोई डर नहीं, वजनमें हलका-फुलका, रंगीन भी बनाया जा सकता है इसलिए रँगने-रँगानेकी झगट नहीं, नाथ ही दृढता और कठोरतामें धातुओंके समकक्ष—इतनी सुविधाएँ और इतने गुण होनेके कारण उद्योगोंमें भी प्लास्टिकका उपयोग दिनोदिन बढ़ता ही जा रहा है।



फियो हेन्ड्रिक वैंकलैण्ड
(१८६४-१९४४)

ऐतिहासिक दृष्टिसे प्लास्टिकोंके जन्मका कारण हाथी दाँतकी दुर्लभताके परिणामस्वरूप बिलियर्ड गेदोंके उत्पादनका रुक जाना है। न्यूजर्सीके जान ह्याटने १८६८ ई०में रुई और नाइट्रिक अम्लसे बने सैल्यूलोज नाइट्रेट और कपूरके संयोगसे पहले-पहल सैल्यूलोयड बनाया आर थोड़े ही समयमें तरह-तरहकी चीजोंको बनानेमें कचकडेका उपयोग किया जाने लगा। उसके बाद १८९७में डब्ल्यू० क्रिन्टी नामक एक जर्मनने कागज पर दूधसे प्राप्त केसीनका विलयन लगाकर सुखानेके बाद अन्य रासायनिक क्रियाओंके द्वारा उसे जलसह बनानेका प्रयोग किया। दूधको फाड़कर बनाया जानेवाला दूधका यह केसीन नामक उत्पाद उस समय तक केवल खाद्य पदार्थ बनानेके ही काम आता था। क्रिन्टीने उसका औद्योगिक उपयोग भी खोज निकाला। क्रिन्टीका एक और साथी एडोल्फ स्पिटलर भी इसी दिशामें प्रयोग कर रहा था। उसकी सहायतासे केसीनमें 'फॉर्मालिडहाइड' प्रकारके प्लास्टिकका पता चला। इस बीच १९०७में संयुक्त राज्य अमरीकामें लियो हेन्ड्रिक वैंकलैण्डने 'फिनोल' और फॉर्मालिडहाइडके

सयोगसे लाख-जैमा प्लास्टिक पदार्थ बनानेकी विधि खोज निकाली और उस पदार्थका नाम 'वेकेलाइट' रखा गया। धीरे-धीरे वेकेलाइटका उपयोग खूब व्यापक होता गया। वजनमें हल्का होने हुए भी बहुत मजबूत होनेके कारण उसे गृहोद्योगकी चीजोंसे लेकर औद्योगिक क्षेत्र तकमें अमूलपूर्व स्थान मिलता गया। आज तो दुनियाके हर देशमें वेकेलाइटका उत्पादन किया जाता है।

यहाँ प्लास्टिकके दो विभागोंका उल्लेख करना प्रसंगानुकूल ही होगा। पहले विभागको ताप सुनम्य या उष्णमृदु (thermoplastic) कहते हैं और दूसरेको ताप स्थापित अथवा उष्णकठोर (thermosetting)। ताप सुनम्य लाख-जैमा पदार्थ होता है। गरम करनेसे वह पिघलने लगता है और ठण्डा करने पर कठोर हो जाता है। ताप स्थापित प्लास्टिक गरम करनेसे पहले मिट्टीके लोदे-जैसा मृदु होता है, लेकिन एक बार उसका द्रव बनाकर साँचेमें ढाल दिया जाए तो फिर गरम करने पर भी उसकी वह आकृति बनी रहती है और उसे दुबारा मृदु नहीं किया जा सकता। वेकेलाइट ताप स्थापित किस्मका प्लास्टिक है, जबकि सैल्युलायड (कचकड़ा) ताप सुनम्य किस्मका।

दो-दो विश्व-युद्धोंने रामायनिक उद्योगोंके विकासको खूब वेग प्रदान किया है। युद्ध-कालमें प्राकृतिक पदार्थोंकी कमी हो जानेमें कृत्रिम पदार्थोंको खोजनेकी तीव्र आवश्यकता अनुभव न की जाती तो प्लास्टिक और रबर-उद्योगका इतनी तेजीसे विकास कदापि न होता। इस समय लगभग पचासके प्रकारके भिन्न-भिन्न प्लास्टिक अस्तित्वमें आ चुके हैं। पहले वर्गीकरणमें मुख्य १७ प्रकारके प्लास्टिकोंका समावेश किया जा सकता है। अन्य प्रकारोंको मुख्य प्रकारोंके गण विभागोंमें समाविष्ट करना होगा। प्लास्टिक उद्योगका वारतविक आरम्भ १९१८के बादमें मानना चाहिए। १९३०में १९४०के बीचकी अवधिमें आधुनिक प्लास्टिकोंका युग आरम्भ होता है। १९४०में १९५५के बीचके समयमें यह उद्योग उत्तरोत्तर विवर्धित होता गया और आज लगभग एक दर्जन प्रकारके प्लास्टिकोंका दैनिक उत्पादन होने लगा है।

वानस्पतिक सैल्यूलोज एसिटेड प्लास्टिक १९१७में प्रथम विश्व-युद्धके समय वायुयानके पंखों पर अज्वलनशील पदार्थ लगाये जानेकी आवश्यकताकी पूर्तिके लिए खोजा गया था। यह पदार्थ कचकड़ेके समान ज्वलनशील नहीं है। इस पदार्थका उपयोग बम्ब-ब्रेके बनानेके लिए भी किया जाता है। १९३०से १९४०के दस वर्षोंके बीच आजके सुप्रसिद्ध पोलिस्टाइरिन, पोलिवाइनिल क्लोराइड (पी० वी० सी०), पोलि ओलेफिन, पोलिमिथाइल एक्रिलेट आदि तापसुनम्य प्लास्टिकोंकी खोज की गई थी। एथिलीन नामक गैसमें इन पदार्थोंको प्राप्त किया गया, इसलिए ये एथेनायड प्लास्टिक भी कहलाते हैं। एथिलीन वस्तुतः एक पेट्रो-केमिकल है इसलिए पेट्रो-केमिकल उद्योगके विकासमें साथ-साथ प्लास्टिक-उद्योग भी विकसित हुआ।

१९३० ई०में जर्मनीमें फार्बेन कम्पनी तथा अमेरिकामें डाऊ केमिकल कम्पनीने सबसे पहले पोलिस्टाइरिन प्लास्टिक बनाया। इन्ही दिनों पोलिवाइनिल क्लोराइडकी खोज भी हुई। १९३१में इंग्लैण्डकी आई० सी० आई० (इम्पीरियल केमिकल इन्डस्ट्रीज)की प्रयोगशालाओंमें पोलिप्रोथिलीन प्लास्टिककी खोज की गई परन्तु उसका विकास दूसरे महायुद्धके बाद ही हो गया और अब तो उसका उत्पादन दैनिक होने लगा है। आई० सी० आई०की प्रयोगशालाओंमें ही डिलॉन और ब्रायर्ड नामके रसायन-विदोंने कठोर पारदर्शक प्लास्टिक पोलिमिथाइल मिथाक्रिलेटकी खोज की जिसका उपयोग विद्युत् महायुक्तमें दृढ़ पैमाने पर किया गया। इन दिनों यह 'पेन्पेक्स' नामक पारदर्शक तारोंके तयारे केन्द्र

जाता है। इस पदार्थका उपयोग दन्दानसाजीमें नकली दाँतोंके चोखटे बनानेमें भी किया जाता है। इसपर आवहवाका असर बहुत कम होता है।

अमरीकामें १९३९में ड्यूपोंट कम्पनीके डॉ० वालेम ह्यूम केरोदर्सने नायलोनकी रोज की, जिसका सर्वप्रथम उपयोग प्लास्टिकके साँचे बनानेमें किया गया था।

१९४१में ड्यूपोंट कम्पनीकी प्रयोगशालामें ही आर० जे० प्लैकेटने 'टेफ्लॉन' नाममें विख्यात पोलिटेट्राफ्लु ओरोएथिलीन नामक प्लास्टिककी रोज की।

दूसरे महायुद्धके बाद दस वर्ष पूरे होते-होते प्लास्टिक-उद्योग दुनियामें अपने पाँव जमा चुका था। आरम्भमें महँगे दामोंवाले प्लास्टिकका काफी तादादमें उत्पादन होनेमें वे धीरे-धीरे मस्त होते जा रहे थे। समयके साथ अनुमन्वानोंके परिणामस्वरूप प्लास्टिकोंके गुणोंमें भी आवश्यक सुधार और वृद्धि होती गई। अधिक कठोर और दृढ़ प्लास्टिकोंकी रोजके बाद त्वाम प्रकारके प्लास्टिकोंकी खोजमें सफलता मिली। ए० बी० एम० (एक्रिलोनाइट्राइल-व्यूटाटाइन-स्टाइरिन) प्रकारका सबसे आधुनिक प्लास्टिक अपनी सरचनामें खरके अत्यन्त सूक्ष्म कणोंवाला होता है। वह मजबूतीमें धातुओंके समान है। पिछले विश्वयुद्धमें उसका उपयोग रेडार और वायुयानके पुर्जे बनानेमें किया गया था।

प्लास्टिक-उद्योगमें कच्चे मालके लिए रसायनोंका प्रचुर मात्रामें उपयोग किया जाता है। ३०-३५ वर्ष पहले वानस्पतिक (सेल्यूलोज), प्राणिज (केसीन) और जन्तुओं द्वारा उत्पादित पदार्थ (लाख) प्लास्टिक बनानेका मूल पदार्थ हुआ करता था। उसके बाद अलकतरा (तारकोल)से उत्पादित 'फिनोल' नामक रसायनका उपयोग किया जाने लगा। आज तो पेट्रोलियमके रसायनक (पेट्रो-केमिकल्स) प्लास्टिक-उद्योगमें वुनियादी पदार्थोंके रूपमें महत्वपूर्ण हो उठे हैं। प्लास्टिक-उद्योगको पेट्रो-केमिकल उद्योगने अभूतपूर्व वेग प्रदान किया है। पेट्रो-केमिकल उद्योगने प्लास्टिक उद्योगके लिए काफी बड़ी मात्रामें और सस्ते रसायनोंका उत्पादन किया है। यदि अकेले कौयलेसे बनाये जानेवाले रसायनों पर यह उद्योग निर्भर करता तो सम्भवत इतनी तेजीसे इसका विकास कभी न हो पाता।

पेट्रोलियम रसायनकोका उद्योग पहले महायुद्धके बाद स्थापित हुआ था। कूड आयलके बड़े अणुओंका भजन (क्रैकिंग) करके उससे अनेक विलयन तैयार किये गए थे। दूसरा महायुद्ध छिड़ने पर इस उद्योगने प्रगति करके एथिलीन, डाइक्लोराइड, एथिलीन ग्लायकोल, एथिलीन आक्साइड, वाइलिन क्लोराइड और स्टाइरिन आदि रसायनक बनाये। कृत्रिम खर प्राप्त करनेकी आवश्यकताके कारण यूटाडाइन और स्टाइरिनसे मानव-निर्मित खर बनाया गया। पोलि-एथिलीन प्लास्टिक पूरा-ठा-पूरा अब पेट्रोलियमके एक उत्पाद एथिलीनसे ही बहुलीकरणकी क्रियाके द्वारा बनाया जाता है। इस प्रकार पेट्रोलियमसे प्राप्त होनेवाले मध्यस्थ रसायनक प्लास्टिक बनानेके लिए आवश्यक सस्ते-कच्चे मालकी गर्ज पूरी करते हैं।

प्लास्टिक बनानेके लिए सबसे पहले प्लास्टिक पदार्थका चूर्ण बनाया जाता है। इस चूर्णमें रंग देकर ओर पूरक (filler) डालकर उसे अच्छी तरह मिला लिया जाता है। पूरक उसकी मजबूतीको बढ़ाता है, लेकिन पूरककी भी सीमाएँ हैं। बीस प्रतिशत पूरकके उपयोगसे मजबूतीमें लगभग १७ प्रतिशतकी वृद्धि होती है, ४० प्रतिशत करनेसे मजबूतीमें अपेक्षाकृत कम वृद्धि होती है, और ५० प्रतिशतसे तो उलटे मजबूती घट जाती है। इसलिए पूरकके अनुपातको खासतौर पर ध्यानमें रखना आवश्यक होता है। मूल पदार्थोंका चूर्ण बनानेके लिए गरम किये हुए बेलनोंका उपयोग किया जाता

है। वेलनोके द्वारा मिलावटका काम भी सही अनुपातमें हो जाता है। चूर्ण बनाते समय तापका ध्यान रखना भी बहुत जरूरी है, नहीं तो चूर्ण एकदम भगुर हो जाएगा। चूर्ण बन जानेके बाद उसे छानकर डिब्बोंमें बन्द कर दिया जाता है। फिर वहाँसे उसे 'साँचों'में ढालनेके लिए ले जाया जाता है। ये साँचे एक साथ पचीसेक अदद निकालनेकी क्षमतावाले होते हैं। चूर्णको एक ढोलमें भर देते हैं जहाँसे वह अपने-आप साँचेमें पहुँच जाता है। अब उसपर दाब बढ़ाया जाता और साथ ही साँचेको गरम भी किया जाता है। इसके बाद दाब कम करके साँचेको ठण्डा किया जाता है और तब उसमें तैयार पदार्थको निकाल लिया जाता है।

अन्त क्षेपण (injection) और पच या वहिवेधन (extrusion) सचककरण—(moulding)में फूँक ढलाई (blowing), सादा ढलाई (casting) आदि विधियाँ काममें लाई जाती हैं। 'अन्त क्षेपण सचककरण'में पदार्थको तरल करके (रस बनाकर) ठण्डे साँचेमें भरते हैं, जहाँ वह जम जाता है और उसके बाद साँचेमेंसे निकाल लिया जाता है। द्रव भरते समय साँचे पर दाब जारी रखा जाता है और ढले हुए पदार्थको निकालते समय साँचे पर दाब समाप्त कर दिया जाता है। 'वहिवेधन सचककरण'में वेलन पर चादरे (sheets) बना लेते हैं और उन्हें इच्छित आकारमें गढ़ लिया जाता है। उसके बादकी सारी क्रिया अन्त क्षेपण सचककरणमें मिलती-जुलती है।

'कास्टिंग' या सादा ढलाई सबसे सस्ती विधि है। इसके मुख्य साधन या उपकरण हैं—मीमे, काँच अथवा रबरका साँचा और गरमी देनेके लिए एक भट्ठी। द्रवको साँचेमें भरकर उसे एक निश्चित समय तक भट्ठीमें रखकर गरम किया जाता है। यहाँ उसे लगभग 100° से० ताप पर चारमें लेकर दस दिन तक रखते हैं और बादमें ढले हुए पदार्थको साँचेसे पृथक् कर लिया जाता है। मीमेके साँचे बहुत सुविधाजनक रहते हैं, क्योंकि उसमेंसे सीसेको तोड़कर ढले हुए पदार्थको आसानीसे निकाला जा सकता है और फिर सीसेको गलाकर जल्दीसे नया साँचा तैयार किया जा सकता है, लेकिन इस विधिमें तैयार की हुई चीजे दाब देकर बनाई गई चीजोंमें कमजोर होती हैं।

पोली और पिलपिली (मृदु) चीजे बनानेके लिए फूँक-ढलाईकी विधि काममें लाई जाती है। इसमें साँचेके अन्दर प्लास्टिकके दो पत्तोंके बीच दाबके साथ-साथ हवा और भापको पारित किया जाता है और प्लास्टिक इच्छित आकार ग्रहण कर लेता है।

कागज अथवा कपड़े पर प्लास्टिकका लेप चढ़ानेकी विधिको परतबन्दी (lamination) कहते हैं। इस विधिसे लेपित कागज अथवा कपड़ेको दाबके नीचे रखकर प्लास्टिकके तख्ते (फलक) तैयार किये जाते हैं, जो बहुत ही मजबूत—यहाँ तक कि धातुओंके स्थानापन्न—आर और फिर वजनमें भी काफी हलके होते हैं। इनका वजन एल्युमीनियममें आधा होता है। उनके अतिरिक्त अम्ल अथवा धारमें इनका सधारण नहीं होता और न धातुओंकी तरह जग ही लगता है। विविध रंगों और नयनाभिराम अलंकृतियोंवाले इस तरहके तख्ते (हार्डवोर्ड) बनाये और बेचे जा रहे हैं। सामान्यतः एक तख्तेकी लम्बाई-चोड़ाई १०० x ५० इंच और मोटाई ०.००४ इंचसे ४ इंच तक होती है। इसी प्रकार प्लास्टिककी मलाखे और पाइप भी बनाये जा सकते हैं।

प्लास्टिकमें बतनेवाली विभिन्न वस्तुओंकी यदि सूची बनाई जाए तो वह काफी लम्बी हो जाएगी। प्लास्टिकके नित नये उपयोगोंकी गोज होती ही रहती है। आरम्भमें प्लास्टिक पदार्थ धातु अथवा लकड़ी-जैसी वस्तुओंके बदले काममें लाये जाते थे। परन्तु अब तो प्लास्टिक

साधिकार और ससम्मान अपना विशिष्ट स्थान प्राप्त करते जा रहे हैं। अब तो हमारे चारो ओर प्लास्टिक इस तरह व्याप्त हो गया है कि 'जिबेर देखता हू तू ही तू नजर आता है'।

प्लास्टिककी दिग्विजयका सर्वेक्षण उसमे बनी लोहवत् वस्तुओं—हार्डवेयर—मे आरम्भ किया जाए। दरवाजेके हथिये और ताले, परदा टाँगनेकी सलाखें, स्नानगृहका माज-सामान (fittings and fixtures), विद्युत् जुड़नारे (electrical fittings), नाम और नम्वरके पट्टिये, तरह-तरहके उपस्कर (फर्नीचर) आदिका उम मूचीमे समावेश किया जा सकता है। लन्दनकी अति विशाल वेस्ट एण्ड होटलकी सजावटमे, कहा जाता है कि प्लास्टिककी बनी ६० हजार चीजोंका उपयोग किया गया था। संयुक्त राज्य अमरीकामे राकेट निर्माण केन्द्रके मन्दिरनुमा भवन 'कैनेडी स्पेस सेण्टर'की ४१८ फुट ऊँची घुघली पारदर्शक दीवारे पोलिवाइनिल फ्लूओराइडके अन्तरवाले पोलिएस्टर प्लास्टिकसे बनाई गई है, क्योंकि यह पदार्थ हवाके भारी बवंडरों, जवर्दस्त झोको और आघातोंको झेल सकता है। ७५० फुट व्यासवाले हाउस्टन एस्ट्रोडोमके गुम्बदके मध्य भागमे एक्रिलिक प्लास्टिककी चादर लगी हुई है। भावी प्लास्टिकके बारेमे तो वैज्ञानिकोंका यहाँ तक कहना है कि नगरोंके ऊपर प्लास्टिकका चन्दोवा तानकर उन्हें वातानुकूलित कर दिया जाएगा और नागरिकोंकी सर्दों, धूप और वर्षासे मुक्ति हो जाएगी। वहाँ केवल फूल और बगीचे होंगे और लोग-ब्राग स्वर्गीय सुखोपभोगमे अपने दिन बिताएंगे। अमरीकामे एक जगह विद्यार्थियोंके दगोंसे बचनेके लिए पारदर्शक एक्रिलिक प्लास्टिकके काँचकी खिड़कियाँ बनाई गई हैं, जिसमे उनपर फेंके जानेवाले पत्थर उलटकर दगाई विद्यार्थियोंके ही मिरो पर गिरे।

आजकल फेनिल (फोम) प्लास्टिक सभीके मनको लुभा रहा है। इसके बने विस्तरों, गद्दों, तकियों आदिका चलन खूब बढ़ गया है। प्रशीतकों (रेफ्रिजरेटरों)मे भी उष्णतावरोधनके लिए इस तरहका मृदु पैकिंग बहुत महत्व रखता है। फेनिल प्लास्टिकमे सुन्दर सिलौने भी बनाये जाते हैं। इमारतोंकी विंगल गुम्बद भी इससे बनाई जा सकती हैं। इस किस्मके प्लास्टिक खूब हलके होते हैं। क्योंकि उनमे कार्बन-डाइआक्साइड गैस भरी रहती है, जिसके कारण वे मूल आकारसे तीस गुना फूलते और उनका आयतन भी बढ़ जाता है।

अब अन्तरिक्ष यात्रा सम्भव हो गई है, इसलिए चन्द्रमा अथवा अन्य किसी ग्रह पर निवास-स्थान बनानेके लिए सबसे पहले प्लास्टिककी ही ओर नजर दोड़ाई जाएगी। वहाँ पानी ले जानेके बदले गुब्बारेमे प्लास्टिकके पर्दोंकी सहायतासे हाईड्रोजन और आक्सीजनको अलग-अलग रखकर ले जाया जाएगा और गन्तव्य ग्रह पर पहुँचकर दोनों गैसोंके रासायनिक संयोजनसे पानी बना लिया जाएगा।

प्लास्टिकसे कृत्रिम त्वचा बनाकर प्लास्टिक सर्जरीके द्वारा शरीरके अवयवोंको जोड़ा अथवा बदला भी जा सकेगा। सिलिस्टिक नामक 'सिलिकोन' प्लास्टिकका हृदय एक मृत बछड़ेके हृदयकी जगह लगाकर उसे ४८ घण्टे तक जीवित रखा गया था। इस तरहके सिलिकोन प्लास्टिकसे यथावश्यकता स्नायु और मृदु ऊतक बनाए जा सकेंगे। कानकी शल्यक्रियामे टेफलॉनकी मलाईके द्वारा पदाधानास्थि (stirrup bone) को आन्तर कर्ण (internal ear) से जोड़ दिया जाता है। सिलिकोन प्लास्टिकसे बना ट्रांजिस्टर जर्मैनियमके प्लास्टिकसे कहीं अधिक काम देता है और उसमे बनी सौर ऊर्जासे चलनेवाली सिलिकोन सेल कृत्रिम उपग्रहोंमे रखी जाती है। कृत्रिम फल-फूलोंसे

लदे-भरे विशाल उद्यानोका निर्माण भी किया गया है, जो प्राकृतिक उद्यानोसे वाजी मार ले जाते हैं। ऐसा ही एक उद्यान अमरीकामे विलियम फुस नामक व्यक्तिने अपने मकानकी छतपर बनाया है, जिसकी कीमत १० हजार पौड आँकी गई है।

सिलिकॉन प्लास्टिककी एक सिल्लीके नीचे दो हजार डिग्री सेटिग्रेड ताप देनेवाली ज्वालन् प्रज्ज्वलित कर उसके ऊपर विल्लीके एक बच्चेको बिठाया गया। आप मानेंगे? विल्लीके बच्चेको जरा भी आँच न लगी। यह प्रयोग, अन्तरिक्ष यात्रियोंकी सुरक्षाके लिए किया गया था। जब अन्तरिक्ष यान लौटानीमे पृथ्वीके वायुमण्डलमे प्रवेश करता है तो उमे तीन मिनट तक ८ हजार सेटिग्रेड तापका प्रतिरोध करना पडता है।

प्लास्टिकोंकी रासायनिक संरचना और उनके उपयोग

‘कार्बनिक रसायनकी भूमिका’ शीर्षक अध्यायमे हम कुछ कार्बनिक पदार्थोंमे परिचित हो आए हैं। अब हम प्लास्टिकसे सम्बन्धित पदार्थोंका परिचय प्राप्त करेंगे। इन पदार्थोंके नाम इस प्रकार हैं ऐमोनिया गैस, एसीटिलीन गैस, एसेटिक गैस, एथिलीन गैस, पोलीएथिलीन और फॉर्माल्डिहाइड फिनोल।

वेनजिनके एक हाइड्रोजन परमाणुके स्थानपर OH अणु आनेसे ‘फिनोल’ नामक पदार्थ बनता है, जो ‘फॉर्माल्डिहाइड’से संयुक्त होकर एक प्रकारका प्लास्टिक, फिनोल-फॉर्माल्डिहाइड बनाता है। ऐसे बहुतसे अणु आपसमे घुल-मिलकर (सघनित होकर) बड़ा अणु बनाते हैं, जो ‘प्लास्टिक’ कहलाता है। इस क्रियाको सघनन (condensation) कहते हैं। ऐसी ही दूसरी क्रिया ‘बहुलीकरण’ (poly merisation) है। सघननमे अलग-अलग (भिन्न प्रकारके) अणुओंका संयोग होता है और पानीका पृथक्करण हो जाता है। बहुलीकरणमे एक ही जैसे (समान प्रकारके) अणु एकत्रित होते हैं। एथिलीनके अणु इसी तरह एकत्रित होकर पोलीएथिलीन प्रकारका प्लास्टिक बनाते हैं।

पोलीएथिलीनका अणु एथिलीन गैसके २००० अणुओंके जुड़नेसे बना है।

प्लास्टिक, रबर, रेने और समस्त वानस्पतिक (सेल्यूलोड) तथा प्राणिज (केसीन) पदार्थ पोलीमर (बहुलक) नामसे प्रसिद्ध विगाल अणुओंके परिवारके सदस्य हैं। ‘पोली’ शब्दका अर्थ ही यह ध्वनित करता है कि अनेक अणुओंने सघनित होकर विगाल रूप धारण किया है। यह एक अद्भुत घटना है। हम चारो ओर पोलीमरो (बहुलको)मे घिरे हुए हैं। उनके बिना हमारा जीवन अमम्भव हो जायगा। हमारी खूराक, हमारे कपडे-लत्ते, हमारा मकान, हमारे रोजमर्रा इस्तेमालकी चीजे सभी कुछ पोलीमर-मय हैं।

यहाँ पोलीमेराइजेशन अर्थात् बहुलीकरण क्रियाकी मफलताके मिद्धान्तोंकी जानकारी कर लेना उचित होगा

१ कार्यान्तरित पदार्थका अणु भार सामान्यत १०,०००मे ऊपर होना चाहिए।

२ उसका अणु सुगठित ओर मानुपातिक आकृति वाला होना चाहिए।

३. उसके अणुओंकी दिक्स्थिति (orientation) सुव्यवस्थित होनी चाहिए ताकि उनमे मजबूत विस्म उत्पन्न हो सके।

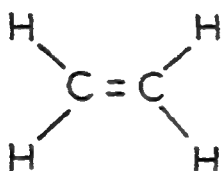
४ पदार्थके प्रत्येक अणुमे उत्तम आकर्षण होना चाहिए और उनका व्यवहार भी उच्च होना चाहिए।

५ उसमे ताप, पानी और रासायनिक क्रियासे प्रतिरोधकी अच्छी शक्ति होनेके साथ-साथ रासायनिक रंगोको पकड़े रहने (धारण किये रहने)का गुण भी होना चाहिए।

प्लास्टिक दो प्रकारके होते हैं ताप मुनस्य और ताप न्यापित।

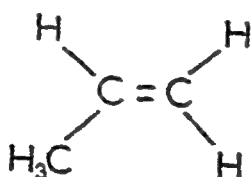
(अ) ताप-मुनस्य प्लास्टिक (थर्मो प्लास्टिक)

१ पोलिथिलीन इसके अणुकी एकलक संरचना (monomer structure) इस प्रकार है।



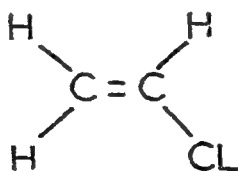
उपयोग प्रशीतककी बर्फ रखनेकी तबतगी (ट्रे), कूड़ादान, टोकनियाँ, दबनेवाली बोटले, पुडिया बनानेकी झिल्ली, कागजके आवरण (कवर), सन्तरण कुण्डके अन्दरका अन्तर, दूध भरनेके पात्रोके अन्दरका अन्तर, टेनिम कोर्टको बर्पासे बचानेका आच्छादन आदि।

२ पोलिप्रोपिलीन . अणु एकलक संरचना



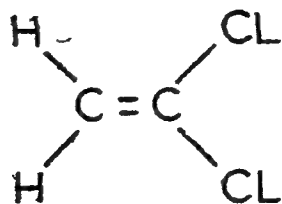
उपयोग पाइप जुड़नारे कपडा उद्योगमे काम आनेवाले यंत्र, 'एरोसोल' पात्र, विद्युत् अथवा उष्णता अवरोधक (विमवाहक), पुडिया बनानेके कागज आदि।

३ पोलिवाइनिल क्लोराइड तथा वाइनिल एसीटेट और विनिलिडीन क्लोराइडके सह-बहुलक (को-पोलीमर) अणु एकलककी रासायनिक संरचना निम्नानुसार है



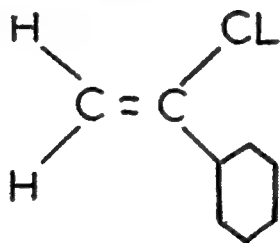
उपयोग बरसाती, सोफा और पर्दोका कपडा, टाइल्स, होज-पाइप, विद्युत् तथा उष्णता अवरोधक तार, ग्रामोफोन रेकर्ड जूतेके तले, बटुए, सामान ले जानेके सन्दूक, लैम्प शेड, खिलौने, छातेका कपडा आदि। अब तो समूचा जूता भी इससे बनने लगा है।

४ पोलिविनिलिडीन क्लोराइड अणुकी एकलक संरचना निम्नानुसार है:



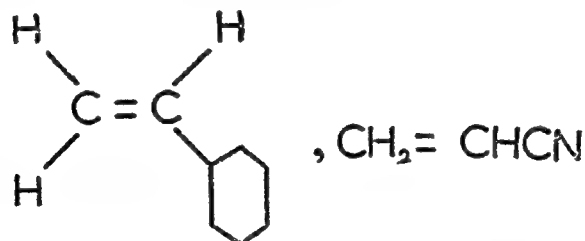
उपयोग रसायनोंके लिए काममें ली जानेवाली नलियाँ, ब्रश, सोफेका कपड़ा, खिडकियोंके पर्दे और रसायनोंको छाननेका कपड़ा (निस्यन्दन कपड़ा—filter cloth)।

५ पोलिस्टाइरिन एकलककी अणु संरचना इस प्रकार है.



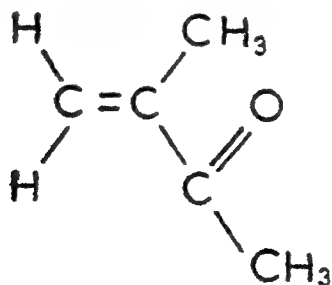
उपयोग रेडियोकी मजूषिकाएँ (केविनेट), प्रगीतकोंके पुर्जे, दीवाल पर जड़नेके टाइल्स, उपकरणिकाओ (instrument)के दिल्ले या फलक (panel) आदि।

६ स्टाइरिन-एक्रिलोनाइट्राइल सह-बहुलक अणु संरचना (एकलक) .



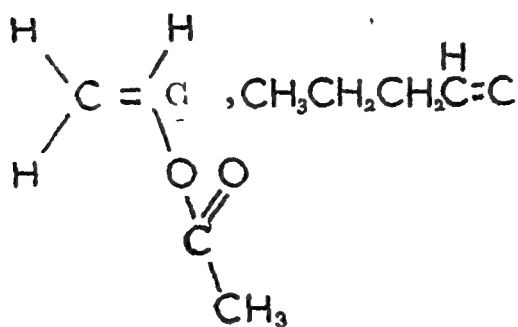
उपयोग वायुयानके केविनके अन्दरके हिस्से, अन्य उपयोग पोलिस्टाइरिनके सामान।

७ पोलि मिथाइल-मेथाक्रिलेट (प्लेक्सि ग्लास) अणु संरचना (एकलक) .



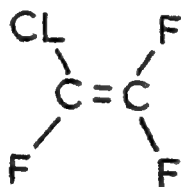
उपयोग . मोटर गाडीके पीछेकी दिजली वस्तियाँ, कारखानोंकी खिडकियाँ, पाइप ब्रशके हथे। पारदर्शक होनेके कारण इस प्लास्टिकका उपयोग काँचकी जगह किया जा सकता है।

८ पोलीवाइनिल व्यूटिराल अणु संरचना (एकलक)



उपयोग यह प्लास्टिक रबर जैसा है और काचके साथ मजबूतीमें चिपक जाता है। सुरक्षा काँच (safety glass)के भीतरकी परतके लिए इसका उपयोग किया जाता है।

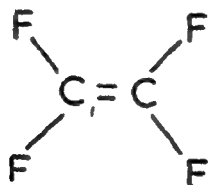
९ पोलीक्लोरो ट्राइफ्लुओ एथिलीन ('Kel-I') अणु संरचना (एकलक)



उपयोग रसायनोंके प्रति प्रचुर प्रतिरोध क्षमता, विद्युत् विसंवाहकके रूपमें प्रयुक्त।

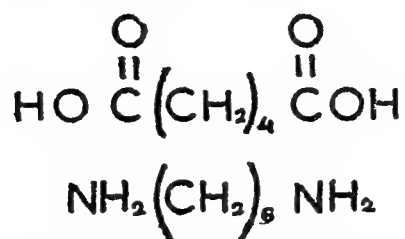
१० पोलीटेट्राफ्लुओरो एथिलीन एकलककी अणु संरचना

४५०°से ५००° फे० ताप पर मृदु होता है। इसे 'टेफलॉन' भी कहते हैं।



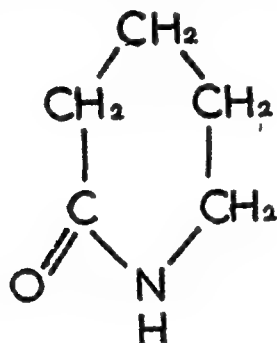
उपयोग 'टेफलॉन' अत्यन्त 'स्थिर' पदार्थ है। यह कहना कि इसे कुछ नहीं होता, अत्युक्ति न होगी। कोई भी चीज इस पर चिपकती नहीं और इस पर लगी सब चीजें जलकमलवत् फिसल जाती हैं। सबसे पहले इसका उपयोग परमाणु-बम बनानेके पैकिंगके लिए किया गया था। द्रव ईंधन रखनेके पात्रोंमें इसका अस्तर लगानेसे वह ईंधन ठण्डसे जमता नहीं है। इसीलिए काफी ऊँचाई पर उड़ान भरनेवाले वायुयानोंका ईंधन टेफलॉनकी अस्तरयुक्त टंकियोंमें भरा जाता है। जिन पात्रोंमें इसका अस्तर लगा होता है वे अम्लो अथवा अन्य रसायनोंसे संक्षारित नहीं होते। रसोईघरमें काम आनेवाली तलनेकी तई (छिछली कड़ाही)में टेफलॉन लगानेसे वह तेलसे सनती नहीं है और सदा साफ रहती है। शल्यक्रियामें शरीरकी अस्थियो जैसे हिस्सोंके साथ इसे जोड़ा जा सकता है।

११ नायलोन-६६ . अणु संरचना (एकलक) :



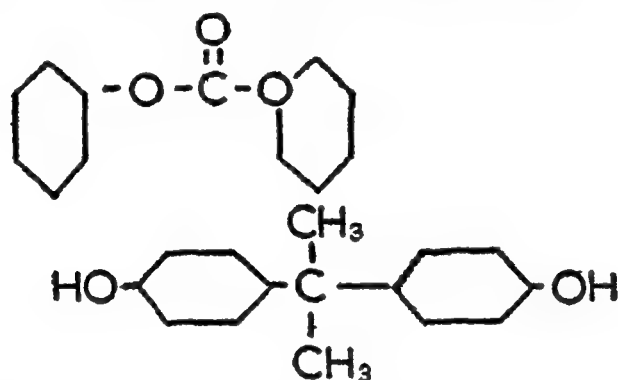
उपयोग ब्रश, योक्त्र, मछली पकड़नेके जाल, बरसातियाँ, टेनिसके रैकेटकी डोरियाँ, कृत्रिम वेत (बुनाईके लिए) आदि।

१२ नायलोन-६ (केप्रोलेक्टाम) . अणु संरचना (एकलक) .



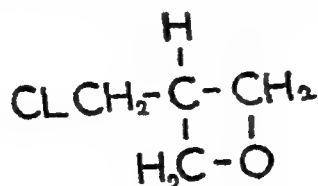
उपयोग नायलोन-६६के समान।

१३ पोलिकाबोनेट प्लास्टिककी अणु संरचना (एकलक) है



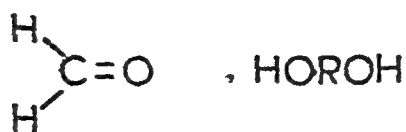
उपयोग 'लेक्सान' और 'मरलोन' नामसे प्रसिद्ध यह प्लास्टिक बहुत मजबूत होता है। इसमें धातुके जितनी दृढ़ता होती है। आघात सहनेकी क्षमता होती है और उष्णताका अच्छा प्रतिरोधक है। प्लास्टिकके कीलक (रिबेट), कीले, कावले (बोल्ट) आदि इसी प्लास्टिकसे बनाये जाते हैं।

१४. पोलिक्लोरोइथर (पेण्टेन) अणु संरचना (एकलक) .



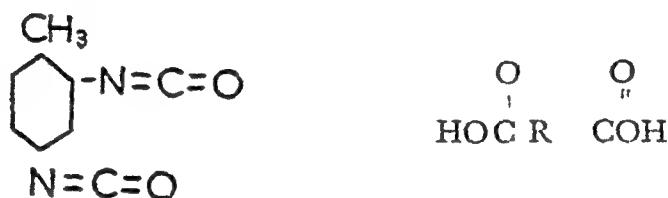
उपयोग . पम्पके हिस्से और जहाँ रसायनोका प्रतिरोध करनेकी आवश्यकता होती है वहाँ लगाये जानेवाले हिस्से बनाये जाते हैं। पेण्टाएरिथ्रिटोलसे इसे प्राप्त किया जाता है।

१५ पोलिफार्मालिडहाइड (डेलरीन) एकलककी अणु संरचना



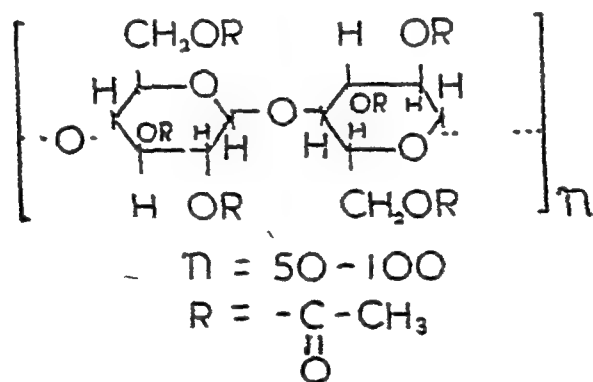
उपयोग इसे 'एनीटाल प्लास्टिक' भी कहते हैं। इसमें धातुओं जैसे गुण होते हैं। यह धातु और प्लास्टिक को जोड़ने वाले सेतु की तरह है। अत्यन्त मजबूत, रसायनों का प्रतिरोध करने की क्षमता में सम्पूर्ण और इच्छित आकार ग्रहण करने योग्य यह प्लास्टिक है। इनकी वृत्ता पर पानी का कोई अमर नहीं होता। यंत्रों के पुर्जों धातुक (Learings) और धातुक अन्तर (bustings) इसमें बनाये जाते हैं।

१६ पोलियुरेथन एकलककी अणु संरचना



उपयोग नायलोन के अनुसार। फेनिल अवस्थामें भी तैयार किया जाता है। इनके कालीन, कम्बल, रंग, तर्किए तथा मोटर के टायर बनाये जाते हैं।

१७ वानस्पतिक सेल्यूलोज प्लास्टिक सेल्यूलोज एनीटेट की अणु संरचना

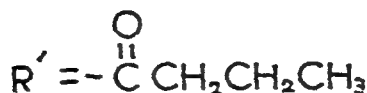
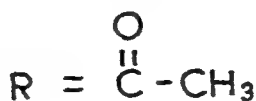


१८ सेल्यूलोज नाइट्रेट - अणु संरचना

$$n = 250$$

$$R = \text{NO}_2$$

१९ सेल्यूलोज एसीटेट ब्यूटिरेट अणु संरचना



२० एथिल सेल्यूलोज अणु संरचना .

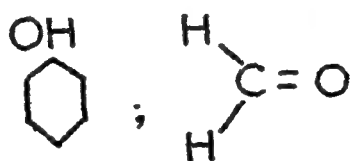
$$n = 250$$



उपयोग कपड़े, चश्मे के फ्रेम, मेजपोश, जूतों के तले, फाउण्टेनपेन, बटन, फर्नीचर की पेटियाँ, बेलन, रेडियो की जालियाँ, भित्तिफलक (wall-board), औजारों के हथिये, पियानो की चाभियाँ आदि सेल्यूलोज नाइट्रेट ज्वलनशील होने के कारण आजकल उसका बहुत कम उपयोग किया जाता है।

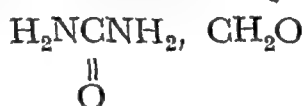
(आ) ताप स्थायित्व प्लास्टिक (थर्मोसेटिंग)

२१ फिनोल-फॉर्माल्डिहाइड (बैकेलाइट) : अणु संरचना (एकलक) :



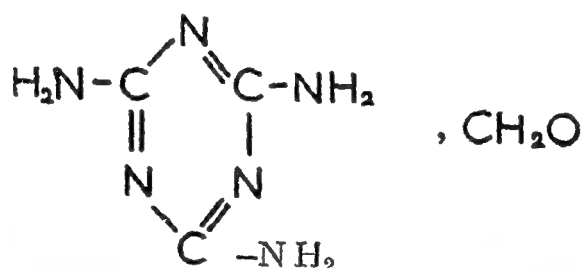
उपयोग आटोमोबाइल के 'प्रज्वलन' (ignition) के पुर्जों, फर्नीचर, फिल्मों को घोलने (develop) की किशती, टेलीफोन का हथिया, दीप-धारक तथा कोटर (lamp holder & socket), कला-कृति, कृत्रिम पर्ती लकड़ी (ply wood) आदि।

२२. यूरिया फॉर्माल्डिहाइड एकलक की अणु संरचना



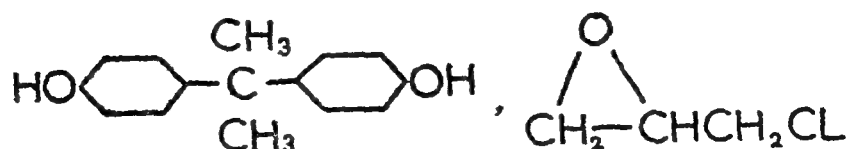
उपयोग रसोईघर में काम आने वाली चीज, रेडियो मजूपिका, पटल-भाण्ड (table-ware), ब्रश के हथिये, आकाच लेपन (enamel coating) आदि।

२३ मेलेमिन-फॉर्माल्डिहाइड अणु संरचना (एकलक) :



उपयोग धुलाई मशीन का प्रक्षोभक (agitator), रगीन आकर्षक पटल-भाण्ड, भोजन करने की तश्तरियाँ, भोजन की मेज पर इस्तेमाल की जाने वाली वस्तुएँ आदि।

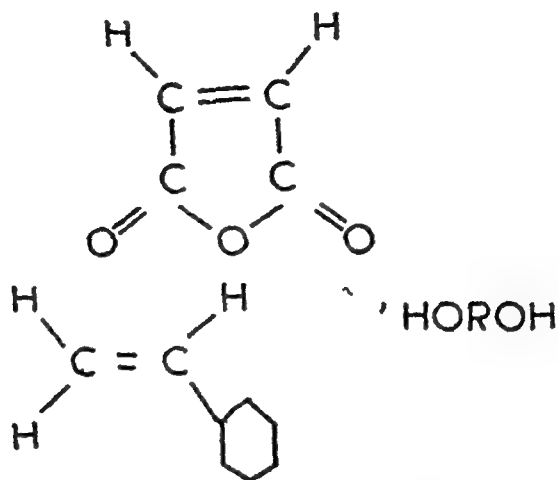
२४ एपोकसी अणु संरचना (एकलक)



उपयोग पाइप लाइने और मुद्रित परिपथ (printed circuit), औद्योगिक सामग्री, धातु से संलग्न करने वाला आसजक (adhesive) द्रव एवं ठोस दोनों अवस्थाओं में प्राप्त हो सकता है।

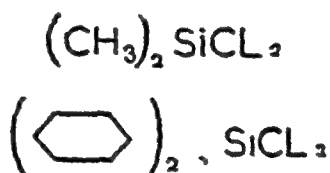
बिना किसी दावके चीजोंको एक-दूसरेमें मजबूतीके साथ चिपकानेके लिए इस प्लास्टिकका उपयोग किया जाता है। रसायनकोके प्रति अतीव प्रतिरोधात्मक शक्ति वाला होनेके कारण रासायनिक कार-
खानोंके अन्दर साज-सामानमें परते लगानेके काम आता है।

२५ पोलि एस्टर अथवा आल्किड . अणु संरचना (एकलक)



उपयोग रंगके सचाहक और टलाई चूर्णके रूपमें तथा आमतौर पर योजक (binder), प्लास्टिककारक (plasticizer) ओर अस्तर लगानेके लिए इसका अधिक उपयोग किया जाता है।

२७ सिलिकोन्स अणु संरचना



उपयोग विद्युत् स्विच, वस्त्रकी परिसज्जा (finish), प्रेरण तापक उपकरण (induction heating appliances), काँचके कपड़ेके ऊपरका अस्तर आदि।

सारणी : १

खास किस्मके प्लास्टिक

(१) एक्रिलिक पोलिमेथाक्रिलेट, पोलिएलीक्रेट और एक्रिनोलाइट्राइल बहुलक (पोलीमर) वर्गके रासायनिक पदार्थ।

(२) आल्किड रेजिन (व्यापारिक नाम प्लास्कोन)।

(३) सेल्यूलोजिक (वानस्पतिक) सेल्यूलोज एसीटेट, सेल्यूलोज प्रोपियोनेट, सेल्यूलोज एसीटेट व्यूटिरेट, एथिल सेल्यूलोज।

(४) एपोक्सी रेजिन

(५) मेलेपिन रेजिन

- (६) नायलोन
- (७) फिनोलिक
- (८) पोली एस्टर
- (९) पोली फ्लुओरो कार्बन
- (१०) पोली फॉर्माल्डिहाइड रेजिन
- (११) पोली ओलेफिन पोली एथिलीन, पोली प्रोपेलीन आदि
- (१२) पोली स्टाइरिन
- (१३) पोली युरेथेन
- (१४) सिलिकोन
- (१५) यूरिया
- (१६) वाइनिल पोली वाइनिल एसीटेट (पी० वी० ए०), पोली वाइनिल क्लोराइड, पोलीवाइनिल ऐल्कोहल, पोलीवाइनिल एसीटाल—पोलीवाइनिल क्लोराइड एसीटेट।
- (१७) नवीनतम प्लास्टिक पोली कार्बोनेट और पोली क्लोरोईथर।

सारणी : २

खाद्य पदार्थ रखनेके लिए प्लास्टिकोकी उपयुक्तता-अनुपयुक्तता

उपयुक्तता

अनुपयुक्तता

पुनर्जनित सेल्यूलोज

फिनोल-फॉर्माल्डिहाइड (वेकेलाइट)

पोली एथिलीन

पोली युरेथेन (फेनिल रबर)

पोली प्रोपेलीन

पोलीईथर

पोली स्टाइरिन

केसीन

पोली मिथाइल मिथाक्रिलेट

पी० टी० एफ० ई० (टेफलॉन)

नायलोन

आल्किड (पोलीएस्टर)

मेलेमिन फॉर्माल्डिहाइड

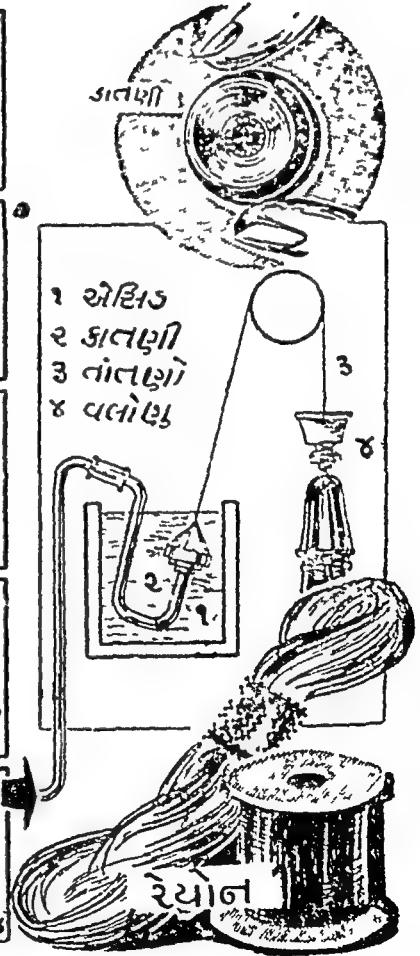
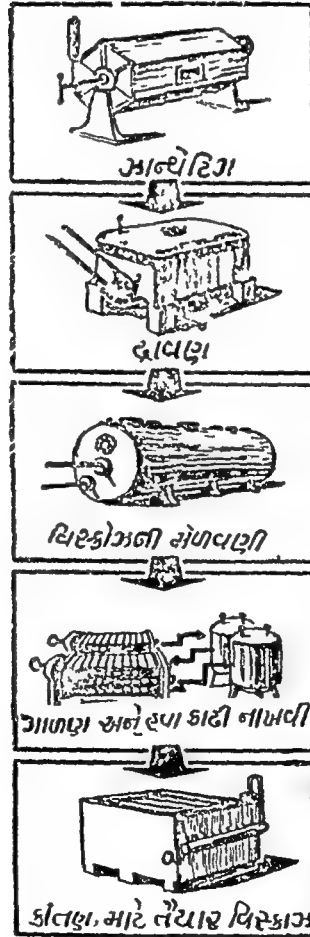
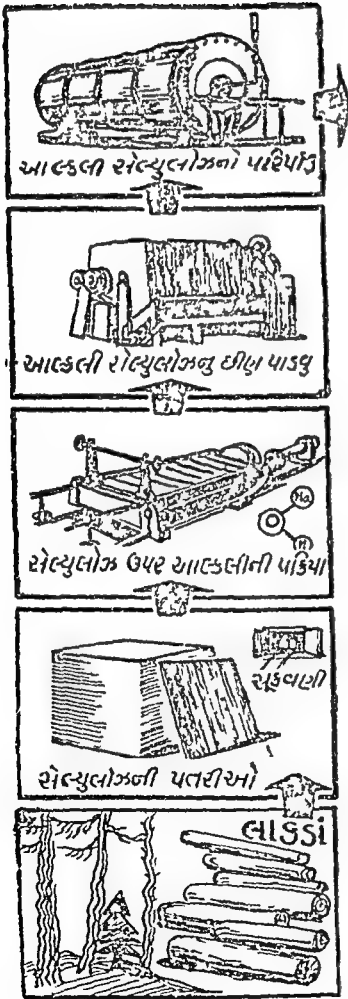
पोली विनिल क्लोराइड (पी० वी० सी०)

सारणी : ३

निम्नगामी क्रमसे प्लास्टिकोकी कीमत

[प्रति पाँण्ड २ पाउण्डमे ३ गिलिंग तककी सीमामे]

टेफलॉन पोली कार्बोनेट, नायलोन, एमीटाल, एपोक्साइड, मेन्यूलोज, प्रोपिओनेट मेन्यूलोज, एमीटेट व्यूटिरेट, एड्रिलिक, मेन्यूलोज एसीटेट, पोली प्रोपेन्गीन, पोलीएस्टर, मेलेमिन फॉर्माल्डिहाइड, पोली एथिलीन (भारी), पोलीएथिलीन (हल्का) पोलीविनिल क्लोराइड पोलीविनिल ऐल्कोहल, पोली स्टाइरिन यूरिया-फॉर्माल्डिहाइड, फिनोल फॉर्माल्डिहाइड।

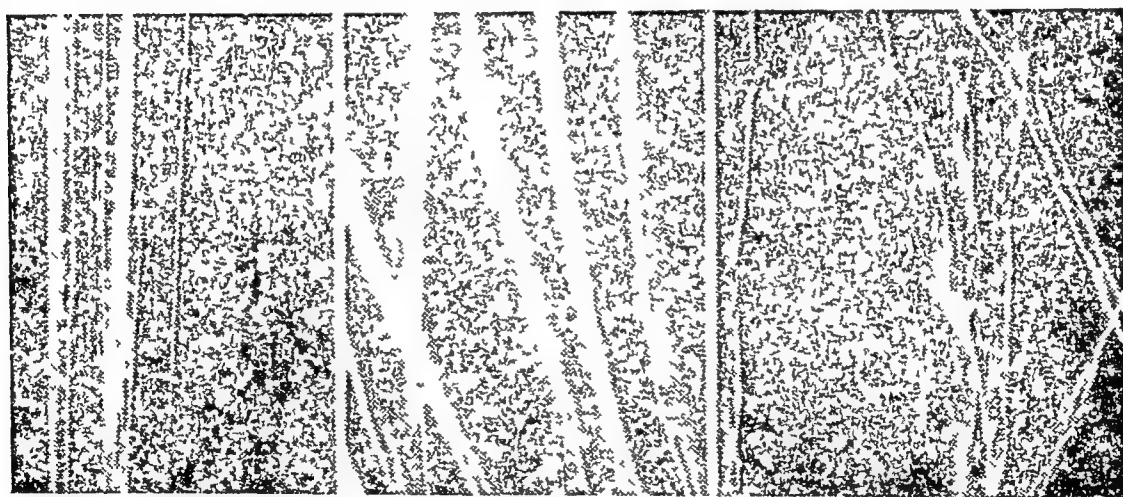


બીસવો સદીકે વલ્કલ

१३ : सश्लिष्ट वस्त्र-रेशे

वस्त्रोने हमारे रहन-सहन और सामाजिक व्यवस्थामे महत्त्वपूर्ण भूमिका अदा की है। हमारे जीवनमे हवा, पानी और भोजनके बाद वस्त्रोका महत्त्वपूर्ण स्थान है। लेकिन वस्त्रोका उपयोग केवल शरीरको ढकनेके ही लिए नहीं किया जाता। व्यक्तिके अहम्का पोषण करनेमे भी वस्त्रोका प्रमुख भाग रहा है। वस्त्रोद्योगके विकासका यह भी एक कारण है। व्यक्तिकी 'प्रतिष्ठा' भी बहुत कुछ उसके वस्त्रो पर निर्भर करती है। फिर 'फैशन' बदलनेके साथ-साथ नये ढंगके वस्त्र बनानेके लिए अधिक कपडे खरीदे जाते है। सुन्दर दिखनेकी इच्छा मानव स्वभावकी मूल एषणा है। 'एक नूर आदमी, हजार नूर कपडे' कहावत मानव जीवनके व्यावहारिक पहलूका मूल मंत्र ही बन गई है।

पहले, सुन्दर वस्त्र सम्पन्न वर्गोंकी इजारेदारी थी। अब यह एकाधिकार टूटता जा रहा है और सामान्यजनको भी सुन्दर और अच्छे कपडे सुलभ हो गए है। इस प्रकार, सश्लिष्ट वस्त्र-रेशोने जनतामे समता स्थापित करनेकी दिशामे उल्लेखनीय योगदान किया है।



रेयान

रेशम

सूत

मानव निर्मित कृत्रिम अथवा सश्लिष्ट रेशोका विचार सबसे पहले इस विज्ञानके पिता समझे जानेवाले अंग्रेज वैज्ञानिक राबर्ट हूकके मनमे १६६४ ई०मे उदित हुआ था, ऐसा माना जाता है। यद्यपि उनसे सहस्रो वर्ष पूर्व प्राचीन मिस्रवासियोने मकड़ीको जाला बुनते देख उसकी देखादेखी कपडे बुनना आरम्भ कर दिया था। रेशमका कीड़ा शहतूतकी पत्तियाँ खाकर अपने पेटसे लसदार चाशनी-जैसे चिपचिपे द्रव पदार्थका तार बाहर निकालता है, जो बाहर आते ही

तरल अवस्थासे ठोस अवस्था ग्रहण कर लेता है। यह देखकर कृत्रिम रेशेके मृजनकी सम्भावनाकी भविष्यवाणी राबर्ट हुकने लगभग ३०० वर्ष पूर्व की थी। फिर भी १९वीं सदीके उत्तरार्द्ध तक पहला मानव निर्मित कृत्रिम रेशा बनाया न जा सका।

मनुष्य द्वारा बनाये हुए कृत्रिम रेशामेंके लिए अब 'रेयन' नाम रूढ़ हो चुका है। अंग्रेजी शब्द 'रे' का अर्थ होता है 'किरण', इसलिए किरण-जैसे चमकीले तन्तुका नाम 'रेयन' रखा गया।

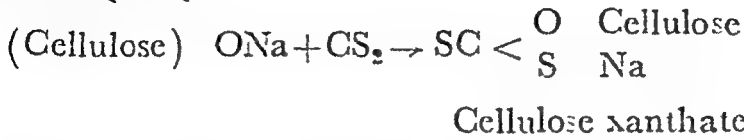
रेयन बनानेमें लगनेवाला मूल पदार्थ 'सेल्यूलोज' है, जो वृक्षोंकी गीली लकड़ीमें प्राप्त किया जाता है। इसके लिए देवदारु, पाइन (चीड़), सनोवर (जाऊ-Spruce) आदि वृक्षोंकी मृदु लकड़ी अधिक उपयुक्त है, क्योंकि उनके रेशे अधिक लम्बे होते हैं और उनका सरलतामें रासायनिक उपचार किया जा सकता है। सेल्यूलोजकी जिस किस्मका रेयनके लिए उपयोग किया जाता है उसे आल्फा-सेल्यूलोज कहते हैं। सेल्यूलोजकी अन्य किस्में हेमी-सेल्यूलोज कहलाती हैं, कास्टिक मोडेमें विलेय होनेके कारण रेयन बनानेसे पहले इन्हें उपचारित करके सेल्यूलोजमें अलग करना आवश्यक होता है। रेयन बनानेके लिए सेल्यूलोजमें आल्फा किस्मका अनुपात ९८ प्रतिशतमें अधिक होना ही चाहिए। रूई और विनौलो परके छोटे रेशों (linters)में सेल्यूलोज बहुत अधिक मात्रामें रहता है।

रेयनके पश्चात् उनके समान गुणोंवाले कृत्रिम रेशोंका सृजन किया गया। इनके लिए आवश्यक कच्चा माल दूध, सोयाबीन, मूँगफली और मक्का आदिसे प्राप्त किया गया था। कालान्तरमें कृत्रिम रेशोंको बनानेमें मूल रसायनकोंका आदि पदार्थोंके रूपमें उपयोग किया जाने लगा, उदाहरणके लिए नायलोन और टेरीलीनको लिया जा सकता है। इन रासायनिक द्रव्योंको पेट्रोलियमके आसवनसे प्राप्त किया जाता है, इसलिए इन पदार्थोंसे निर्मित रेशे पूरी तरह कृत्रिम होते हैं। इसके विपरीत उनके समान गुणोंवाले कृत्रिम रेशे प्राकृतिक पदार्थोंसे प्राप्त किए जानेवाले कच्चे मालमें बनाये जाते हैं, इसलिए उन्हें अर्द्धकृत्रिम रेशा कहा जाता है।

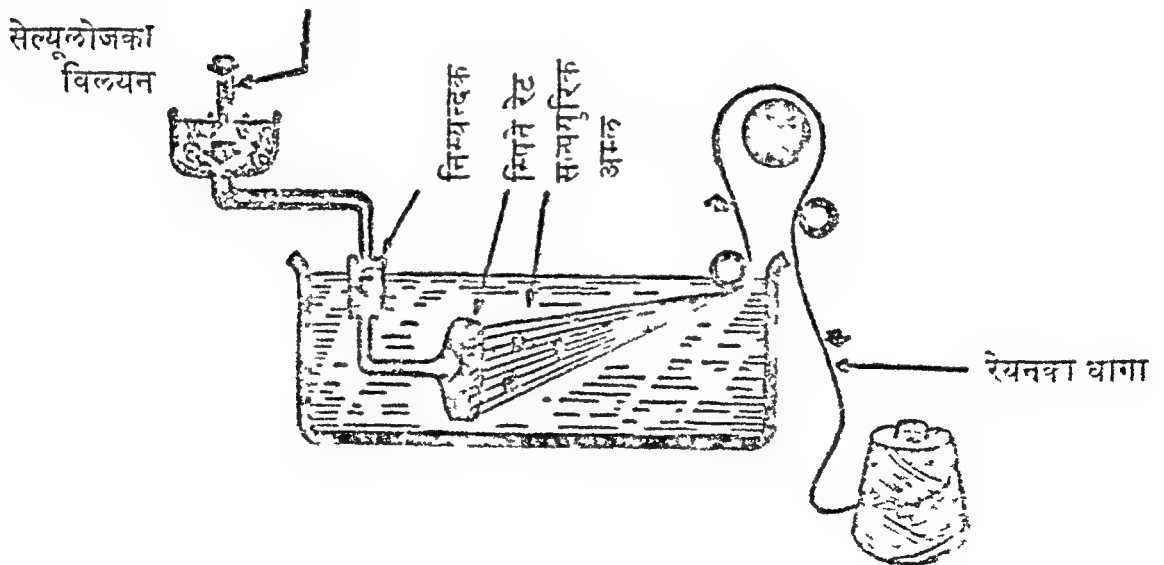
रेयन बनानेकी चार विधियाँ हैं इन विधियोंसे बने चार प्रकारके रेयनमें एक तो नाइट्रो-सेल्यूलोज अथवा शार्दोने रेयन, दूसरा, विस्कोस रेयन, तीसरा क्यू प्रेमोनियम अथवा ताम्र रेयन और चौथा सेल्यूलोज एसीटेट रेयन कहलाता है।

पहले प्रकारके अर्थात् नाइट्रो-सेल्यूलोज अथवा शार्दोने रेयनका आज कोई विशेष महत्त्व नहीं रह गया है। लेकिन सबसे पहले रेयनका सफल निर्माण इसी विधिसे किया गया था, इसलिए इसका ऐतिहासिक महत्त्व तो है ही। काउण्ट हिलेर द शार्दोनेके जीवन-भरके कठोर परिश्रमका यह परिणाम था। शार्दोनेकी कार्य विधिमें सेल्यूलोजको नाइट्रिक अम्लकी क्रिया द्वारा रूपान्तरित करके उसे ईथर और ऐलकोहलके मिश्रणमें घुलाया जाता जिससे शीरे-जैसा गाढ़ा द्रव बनता था, उस द्रवको एक खास प्रकारकी चलनी (Spinneret तन्तुवाय)के महीन छेदोंकी राह जोरके साथ बाहरकी ओर धकेला जाता था। वह छिद्रोंके बाहर लम्बे तार अथवा तन्तुके रूपमें निकल आता था। बाहर आते ही तन्तुओंमें विद्यमान ईथर और ऐलकोहल हवामें उड़ जाते और केवल तन्तु रह जाते थे। आरम्भमें इस रेयनको बड़ी सफलता मिली, लेकिन बादमें ज्यादा अच्छी विधियाँ रेयन बनानेकी खोज ली गई। फिर इस विधिसे बनाया जानेवाला रेयन जल्दीसे जल उठता था, इसलिए कालान्तरमें इसका उत्पादन बन्द कर दिया गया।

दूसरे प्रकारके अर्थात् विस्कोस रेयनके उत्पादनमें मूल पदार्थ सेल्यूलोज है, जो हल्की आर मृदु लकड़ी (देवदारु, चीड़, सनोवर, वाँस आदि)से प्राप्त किया जाता है। १८९१ ई०में चार्ल्स क्रोच, एडवर्ड वेवन और क्ले टन विडल नामके तीन अग्रेज रसायनविदोंने सेल्यूलोजकी जिस रासायनिक प्रक्रियाकी खोज की थी, उस पर इस प्रकारका रेयन बनानेकी विधि आविर्भूत है। कास्टिक सोडेके सान्द्र (१८ प्रतिशत) विलयनमें सेल्यूलोजको रखनेसे सोडा सेल्यूलोज नामक पदार्थ बनता है। इस सोडा सेल्यूलोज पर कार्बन वाइ सल्फाइड नामक रसायनकी क्रिया द्वारा सोडियम सेल्यूलोज जेन्येट नामक पदार्थ तैयार होता है।



यह पदार्थ कास्टिक सोडेके विलयनमें विलेय है और उसमें उसका विलेय होकर गहद-जैसा लसदार पदार्थ बनता है। रंग-रूपमें भी यह शहद-जैसा ही होता है। इस पदार्थको विस्कोम कहते हैं, क्योंकि अग्रेजीमें ग्लानता (चिकनाहट)के लिए 'विस्कोसिटी' शब्द है। इस विस्कोम को तन्तुवाय (स्पिनरेट)के महीन छेदोकी राह दबावके साथ बाहर खींचा जाता है। इस प्रक्रियामें विस्कोस-रूपी सेल्यूलोजका तन्तुओंमें कायान्तरण हो जाता है। रासायनिक दृष्टिमें वह अपने पूर्व स्वरूप जैसा ही होता है। यह रेयन शुद्ध नहीं होता, इसलिए विभिन्न उपचारोंके द्वारा उसका परिष्करण किया जाता है। इसकी अशुद्धियोंको दूर करनेके लिए सल्फ्यूरिक अम्ल और सोडियम सल्फाइडका उपयोग किया जाता है, पीलापन दूर करनेके लिए हाइपोक्लोराइडका प्रयोग करते हैं। इन अशुद्धियोंको दूर करनेके बाद साबुनके पानीमें और तत्पश्चात् स्वच्छ जलमें धोकर 'गुणक'में मूला लिया जाता है। सूख जानेके बाद कागजके गुरु पर आकर्षक ढंगमें लपेटकर पेटियोंमें बन्द कर दिया जाता है और रेजमी कपड़ा बनानेवाली मिलोंमें भेज दिया जाता है। इसके बने कपड़ोंमें चमक-द्युति (lustre) होती है। बिना चमकवाला तार बनानेके लिए विस्कोस रेयनकी लुगदीमें टिटैनियम डाइआक्साइड मिलाते हैं।



रेयनका गढ़ने का दोष यह है कि वह बहुत अधिक मात्रामें, अर्थात् ३० से ४० प्रतिशत तक आर्द्रताका अवशोषण कर सकता है और उसमें उसकी दृढ़तामें ३० से ४० प्रतिशत तक कमी हो जाती है।

इसलिए रेयनकी घुलाईमें बहुत सावधानी बरतनी होती है, नहीं तो वह फट जाता है या मित्राईमें उबड़ जाता है। इसलिए जब इस कपड़ेका चलन शुरू हुआ ही था तो इसके बारेमें यह कहावत रूढ़ हो गई थी कि जो 'इसको धोता है वह रोता है।'

तीसरे प्रकारका अर्थात् क्युप्रेमोनियम अथवा ताम्र रेयन खोज तो लिया गया था १८९० ई०में ही, परन्तु बड़े पैमाने पर इसका उत्पादन सात साल बाद पाउलीने किया। डमीलिए कई दिनों तक यह 'पाउली सिल्क'के नामसे जाना जाता रहा। आरम्भमें उसे बनानेमें बड़ी मुश्किलोंका सामना करना पड़ा था। इस रेयनको बनानेका मूल पदार्थ सेल्यूलोज ही है और अन्तमें भी (अन्तिम पदार्थके रूपमें) वही रहता है। नीलायूथाका ऐमोनियाने पानीमें विलेय करनेसे क्युप्रेमोनियम नामका विलयन बनता है, जो गहरे भूरे रंगका होता है। इसमें ३ प्रतिशत ताम्र (नीलायूथाके रूपमें) और २५ प्रतिशत ऐमोनिया रहना जरूरी है।

इस विलयनमें सेल्यूलोज मिलाकर उस मिश्रणको अच्छी तरह गुंवा जाता है, जिससे वह गाढ़ा द्रव बन जाता है। फिर उसमें इस तरह पानी बढ़ाया जाता है कि सेल्यूलोजका अनुपात दम प्रतिशत बना रहे। इसके बाद उसमेंकी हवा निकाल दी जाती है और छान लिया जाता है। कटाई विस्कोसकी ही तरह की जाती है। अन्तर केवल इतना है कि सेल्यूलोजके पृथक्करणके लिए यहाँ अम्लके स्थान पर पानीका उपयोग किया जाता है। इस विधिमें तन्तुकी खिंचाई अधिक की जाती है, जिससे वह प्राकृतिक रेगमके तन्तु-जैसा महीन हो जाता है। यह तन्तु भूरे रंगका होता है, इसलिए शुद्ध करना पड़ता है। इसके परिष्करणमें तनु मल्लयुक्त अम्लका उपयोग किया जाता है।

इस प्रकारका रेयन 'विस्वर्ग रेयन'के नामसे जाना जाता है। विस्कोम रेयनकी भाँति यह रेयन पुनरुत्पादित सेल्यूलोज होनेके कारण इसके रासायनिक गुण विस्कोस रेयनके ही समान होते हैं। भीगनेसे इसकी मजबूती घटती और यह कमजोर हो जाता है। महँगा होनेके कारण यह रेयन उद्योगमेंसे निकलता जा रहा है।

चौथे प्रकारके अर्थात् एसीटेट रेयनका आरम्भिक पदार्थ तो तीनों प्रकारके रेयनकी ही भाँति सेल्यूलोज ही है, परन्तु यह रेयन अन्तिम पदार्थके रूपमें पुनरुत्पादित सेल्यूलोज नहीं, अपितु सेल्यूलोज एसीटेट नामक प्लास्टिक वर्गका रासायनिक द्रव्य है। इसलिए इसके गुण भी विविष्ट प्रकारके हैं। विस्कोस रेयनकी खोजके पहले यह बात ज्ञात हो चुकी थी कि कपासके सेल्यूलोज पर ऐसेटिक अम्लकी रासायनिक क्रियासे सेल्यूलोज एसीटेट नामक पदार्थ बनता है। इस पदार्थ की बार-बार परीक्षा करने पर यह तथ्य सामने आया कि भगुर हो जानेके कारण इससे अखण्ड तार नहीं खींचा जा सकता। परन्तु १९१४-१८के प्रथम विश्वयुद्धमें वायुयानोंके पखोंको ऐसे अस्तर लगानेकी आवश्यकता पड़ी, जिन पर हवा अथवा पानीका असर न हो सके। इसके लिए जैव (organic कार्बनिक) रासायनिक विलायकोंमें सेल्यूलोज एसीटेटका विलयन बहुत उपयोगी पाया गया, इसलिए बड़े पैमाने पर इसका उत्पादन करनेके लिए ब्रिटिश सरकारने डॉ० हेनरी और केमिल ड्रेफ्ट नामक स्विस रसायनविदोंकी नियुक्ति की। इन लोगोंने इंग्लैण्डमें सेल्यूलोज एसीटेट बनानेका कारखाना लगाया और युद्धकालमें इस कारखानेमें प्रचुर मात्रामे सेल्यूलोज एसीटेट बनने लगा। युद्ध समाप्त हो जाने पर यह समस्या उठ खड़ी हुई कि इस पदार्थका दूसरा

कौन-सा उपयोग किया जा सकता है। समस्याका हल सेल्यूलोज एसीटेटमें वस्त्र रेशा बनाकर किया गया और इस तरह वस्त्रोद्योगको एक नये प्रकारका रेयन प्राप्त हुआ।

इस रेयनको बनानेके लिए कपासके सेल्यूलोजको एमेटिक अम्ल, एसेटिक एनहाइड्राइड और उत्प्रेरक (catalyst) सल्फ्युरिक अम्लके मिश्रणमें मथा (विलोया) जाता है। इस क्रियामें सेल्यूलोजमें सेल्यूलोज ट्राइ-एमीटेट नामक रासायनिक द्रव्य बनता है। फिर इस पदार्थमें पानी मिलाकर मिश्रणको निश्चित अवधि तक परिपक्व किया जाता है, जिससे होनेवाले रासायनिक परिवर्तनोंके फलस्वरूप सेल्यूलोज ट्राइ-एमीटेटसे द्वितीयक (secondary) सेल्यूलोज एमीटेट बनता है, जो एसीटोन नामक द्रव रासायनिकमें विलेय है। इस पदार्थका गोघन करनेके बाद एसीटोनमें इसका २५ प्रतिशत विलयन किया जाता है, जिससे इतनी ग्यानता (लसलसापन) आ जाती है कि तार (तन्तु) खींचे जा सके। एसीटोन जल्दीसे उड़नेवाला द्रव है और गर्म हवामें फौरन भाप बन जाता है। इसलिए इस विधिमें कटाईका काम बहुत आसानीसे हो जाता है। सेल्यूलोज एसीटेटके विलयनको तन्तुवाय (स्पिनेरेट)के महीन छेदोकी राह बाहर खींचनेसे बाहरके गर्म वातावरणके कारण एमीटोन फौरन उड़ जाता है और अकेले सेल्यूलोज एसीटोनका तन्तु (तार) बनता रहता है, जिसे अत्यन्त शुद्ध अवस्थामें होनेके कारण, अलगसे परिष्करणके किसी उपचारकी आवश्यकता नहीं रह जाती। इस्तेमाल किये हुए अम्ल और एमीटोनको पुन प्राप्त करनेका प्रबन्ध तो किया ही रहता है।

एसीटेट रेयन गुणोंके विचारसे अन्य रेयनकी अपेक्षा भिन्न होता है, इसलिए इसे रेयनके बदले केवल एसीटेट भी कहते हैं। यह ताप सुनम्य अथवा उष्ण-मृदु अर्थात् गर्म किये जाने पर मृदु (नर्म) होनेवाला और अनेक रासायनिकोंमें विलेय है। लेकिन नोभाग्यमें यह पेट्रोल और उसी प्रकारके अन्य तेलोंमें विलेय नहीं है। इस गुणवत्ताके कारण इस पर कमीजके काटकर, कफ आदि भागोंको कड़े रंगनेका खास उपचार किया जाता है। फिर यह स्पर्शमें भी शीतल नहीं है। इसकी दूसरी विशेषता यह है कि उचित पदार्थ मिलानेमें इसमें यथावश्यक चमक (द्युति) पैदा की जा सकती है। फिर वस्त्र बनानेका रेशा होनेके अतिरिक्त यह एक महत्वपूर्ण प्लास्टिक भी है, जिसमें फिल्म जादि अनेक प्रकारकी वस्तुएं बनाई जा सकती हैं।

सेल्यूलोजसे बननेवाले वस्त्र-रेशोंकी कहानी यहां समाप्त हुई। अब हम कृत्रिम ऊत (प्राकृतिक प्रोटीनके रेशे)की बनावटकी ओर मुड़ते हैं।

दूध, सोयाबीन, मूंगफली, मक्का आदि पदार्थोंके प्रोटीन (प्रोमूजीन, गुजरातीमें नत्रिन्)में उनके गुणोंवाले रेशोंका निर्माण सम्भव हो गया है। इसके केमीनमें १९३५ ई०में फेरेण्टी नामक इतालवी वैज्ञानिक दस वर्षके परिश्रमके उपरान्त वस्त्र रेशा बनानेमें सफल हुआ था। उनके फलस्वरूप उपयोग करके एक इतालवी कम्पनी १९३७में 'लेनिटाल' नामक वस्त्र रेशा उत्पादन बड़े पैमाने पर कर रही है। अमेरीकामें इसी प्रकारका रेशा 'आरालास' नामसे प्रसिद्ध है। मक्काने प्रोटीनमें 'विकारा' नामक वस्त्र रेशा बनाया जाता है। मूंगफलीके प्रोटीनमें उन्हें 'आरालि' नामक रेशा बनाया गया था। प्रोटीनसे बनाये जानेवाले रेशोंको एक वर्गके रूपमें 'एडजॉन' कहा जाता है।

इन रेशोंमें एलिन (जपान में लिस्ट) उन कहा जा सकता है क्योंकि उनकी रासायनिक संरचनामें इसकी रासायनिक संरचना बहुत-बहुत मिलती-जुलती है।

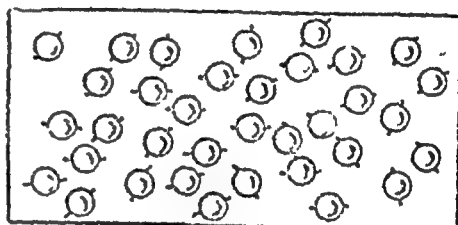
इन रेशोको बनानेके लिए सबसे पहले मूल पदार्थसे उसके प्रोटीनको विलग किया जाता है और तब कास्टिक सोडाके उपचारके द्वारा प्रोटीनको गाढ़े लमदार द्रव पदार्थमें परिवर्तित करते हैं। अन्तमें उसे तन्तुवायकी राह दबावके साथ बाहर निकालकर रेशोके रूपमें प्राप्त किया जाता है। इन तन्तुओको फॉर्मिटिड-हाइडके विलयनमें धोनेसे ये कड़े हो जाते हैं। उन रेशोके टुकड़े करके उनके रेशोके साथ मिलाकर काता जाता है। सूती और ऊनी कपड़ोकी मिलोमें जो मगीने होती हैं उन्हीसे इस मिश्र धागेके कपड़े बुने जाते हैं।

ऊपर जिन रेशोका वर्णन किया गया है उनका मूल पदार्थ प्राकृतिक वस्तुओसे प्राप्त किया जाता है, इसलिए उन्हें पूर्णत मानव निर्मित नहीं कहा जा सकता, जबकि नायलोन, टेरीलीन, एक्रिलान आदि वस्त्र रेशे मूलत रसायनकोसे बनाये जाते हैं, इसलिए उन्हें पूर्णत मानव निर्मित (fully synthetic) कहा जाता है। १९२७में अमरीकाकी ड्युपाण्ट कम्पनीमें डा० वालेस ह्यूम केरोदर्सने अणुओके संयोजन-सम्बन्धी जो मालिक अनुसन्धान किये, उनके फलस्वरूप नायलोन ओर अन्य रेशोका

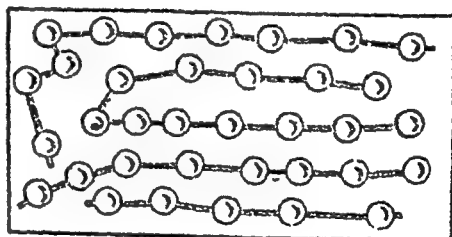


डा० वालेस ह्यूम केरोदर्स
(१८९६-१९३७)

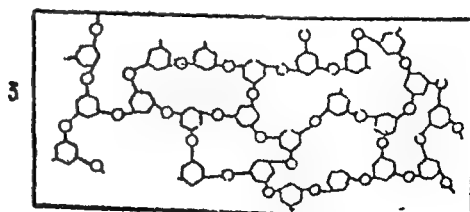
एकलक
(Monomer)



बहुलक-शृंखला
(Chain type polymer)



बहुलक-अन्तरालिक
(Space type polymer)

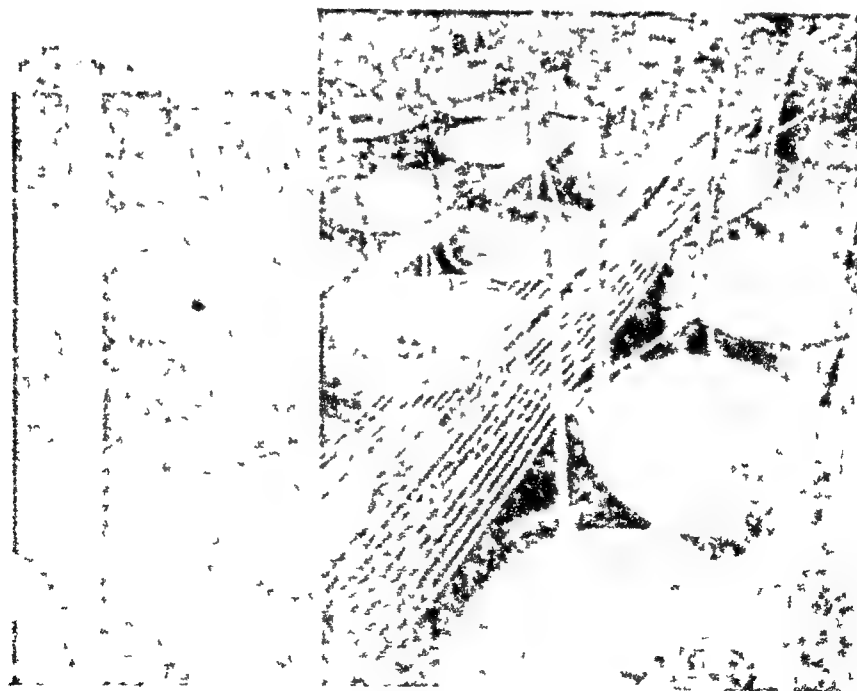


निर्माण सम्भव हो सका। रेशोके निर्माणमें अणुओकी दो अलग-अलग क्रियाओका अलग-अलग नामकरण किया गया है। एक क्रियाको सघनन (condensation) और दूसरीको बहुलीकरण (polymerisation) कहते हैं। बहुलीकरणमें एक ही जैसे अणुओका एकत्रीकरण (सघनन)

होता है और पदार्थ भारी हो जाता है। इस प्रकार एकजिन होनेवाले अणुओंके एक समूह (गुच्छे)को एकलक (मोनोमर) कहते हैं। अनेक एकलकोंके मयोजन होनेसे बहुलक (पॉलीमर) बनता है। कार्बनिक (आर्गेनिक) अम्ल (उदाहरणके लिए ऐसेटिक अम्ल) और ऐल्कोहलके रासायनिक संयोगके परिणामस्वरूप 'पॉलीएस्टर' वर्गके द्रव्य उत्पन्न होते हैं। ऐमाइन नामके अणुओंका वर्ग कार्बनिक अम्लसे संयोजित होकर पॉलीऐमाइड नामका पदार्थ बनाता है। इस प्रकारके द्रव्योंमें शीन और उष्णताके नियन्त्रणके द्वारा प्रत्यास्थ (स्थिति स्थापक) पदार्थ बनाये जा सकते हैं और अनुकूल स्थितिमें उनमें तार (तन्तु) भी गीचे जा सकते हैं।

नायलोन बनानेमें काम आनेवाले आदि पदार्थ—एडिपिक अम्ल और हेक्सा मिथिलीन डाइऐमाइन—मूलतः फिनॉलसे प्राप्त किये गए थे। फिनॉल बेनजिनमें और बेनजिन नाफ्थॉल अथवा पेट्रोलियमसे प्राप्त किया जाता है। फिनॉलसे साइक्लोहेक्सेनॉल नामक पदार्थ बनाया जाता है। उसमें नाइट्रिक अम्लकी क्रियाके द्वारा एडिपिक अम्ल बनाते हैं। दूसरा पदार्थ हेक्सा मिथिलीन डाइऐमाइन एडिपिक अम्ल और ऐमािनियाकी पारस्परिक क्रियासे बनता है। अन्तमें हेक्सा मिथिलीन डाइऐमाइन एडिपिक अम्लको मिथाइल ऐल्कोहलमें अलग-अलग एकाग्रित किया जाता है और इन विलयनोंको आपसमें मिलानेमें हेक्सा मिथिलीन डाइऐमाइन एडिपेट नामका पदार्थका पृथक्करण होता है, उस पदार्थको 'नायलोन साइट' कहते हैं। फिर इस नायलोन साइटका बहुलीकरण किया जाता है, अर्थात् नायलोन साइटके एकलकोंका अणुसंयोजन उनके बहुलक बनाया जाता है, जो नायलोन-६६ कहलाता है, क्योंकि ऐमाइन तथा अम्ल प्रत्येकमें ६ कार्बन अणु होते हैं। उसके बादके प्रक्रममें बहुलकोंको काटकर छिद्रिया (सावनके चाम-जैसी) बनाने और उन्हें गन्दाकर जो रंग बनता है, उनमें नायलोनके तार गीचे जाते हैं। टण्टे हा जानेके

स्पिन्नेरमें
निकालते तार



नायलोन
तार-तार

बाद इस केसेमें तार की गीची जाया है, तब ही इसकी समस्त सामग्री को तैयार किया जाता है। इस प्रकार १. ६०० नायलोन-६६ के तारों का उत्पादन किया गया है। २. ६०० नायलोन-६६ के तारों का

कम्पनीने वाणिज्यीय आधारपर नायलोनका उत्पादन आरम्भ किया। परन्तु हमारा महायुद्ध छिड़ जानेसे उसका अधिकांश उपयोग सैनिक कार्योंमें वायुयानके टायर और हवाई छतरियाँ (पैराशूट) बनानेमें ही हुआ। युद्धकी समाप्ति पर ही उसका उपयोग पुन वस्त्र रेशे बनानेमें किया जाने लगा। आज तो नायलोन एक उच्चकोटिके वस्त्र रेशेके रूपमें लोकप्रिय हो चुका है।

डा० केरोदर्सके अनुसन्धानका उपयोग करके इंग्लैण्डमें ब्रिटिश वैज्ञानिक डा० विनफील्ड और डिकसनने पेट्रोलियममूलक एथिलीन ग्लायकोल और टेरिथेनिक अम्ल नामक रसायनकोके संयोगसे टेरिलीन नामक वस्त्र रेशा बनाया (१९५३)। उसके बाद अमरीकामें भी ड्युपोन्ट कम्पनीने इसी प्रकारका रेशा बनाया और उसका नाम 'डेकोन' रखा। भारतमें 'टेरीन' नामसे उसका उत्पादन १९६५से आरम्भ हुआ। जर्मनी, जापान और समारके अन्य देशोंमें विभिन्न नामोंसे यह बनाया जाता है।

टेरीलीन और नायलोनका पदानुसरण कर वाइनिल, पोलिएथिलीन, पोलिवाइनिल क्लोराइड, पोलिवाइनिल ऐलकोहल, विन्योन, एक्रिलान, पोलि प्रोपेलीन आदि कई प्रकारके वस्त्र-रेशे प्रयोगशालामें जन्म लेकर विभिन्न कारखानोंके स्तरोंके अनुसार उत्पादित होकर बाजारमें आ चुके हैं और अच्छी लोकप्रियता प्राप्त कर चुके हैं। इन वस्त्र-रेशोंको बनानेके मूल पदार्थ पेट्रोलियमके रसायनक (petro-chemicals) हैं, इसलिए जैसे-जैसे पेट्रोलियम उद्योगका विकास होगा, इनका उत्पादन आसान होता जाएगा और कीमते भी घटेगी।

पूर्णतः मानव-निर्मित रेशोंके गुण प्राकृतिक रेशोंके गुणोंसे बहुत ही भिन्न होते हैं। आर्द्रता अवशोषणकी कम क्षमता, रासायनिक क्रियाओंमें टिके रहनेकी शक्ति, फर्द और कीटाणुओंका सामना करनेकी सामर्थ्य और अधिक टिकाऊपन आदि उनकी विशेषताएँ हैं। प्राकृतिक रेशोंकी खामियाँ इन रेशोंके मिश्रणसे दूर हो जाती हैं और दोनोंको मिलाकर जो धागा बनाया जाता है वह अधिक मजबूत होता है। उनके रेशोंके साथ टेरिलीनका मिश्रण करके जो गर्म कपड़ा बनाया जाता है वह बहुत ही टिकाऊ होता है। नायलोन और टेरिलीन अथवा उनके मिश्रणवाला कपड़ा आर्द्रता अवशोषी नहीं होता इसलिए जल्दी सूख जाता है। फिर वह जल्दी कुचलता भी नहीं, इसलिए एक बार जैसी चुनट या सिलवट (crease) डाल दी जाती है वह बनी रहती है। इसलिए इनसे बने कपड़ों पर बार-बार इस्त्री करने (लोहा करने)की झझटसे छुट्टी मिल जाती है।

इस प्रकार मानव-निर्मित वस्त्र-रेशोंने सामाजिक क्रान्ति ही कर दी है और यह निस्संकोच कहा जा सकता है कि उनका भविष्य बहुत ही उज्ज्वल है।

तत्त्व	'आरालाक' (प्रतिशत)	ऊन (प्रतिशत)
कार्बन	५३ ०	४९ २
हाइड्रोजन	७ ५	७ ६
आक्सीजन	२३ ९	२३ ७
नाइट्रोजन	१५ ०	१५ ९
गन्धक	० ७	३ ६
फास्फरस	० ८	—



खंड : ५

स्व० त्रिभुवनदास कल्याणदास गज्जर

[जन्म - ३-८-१८६३, अवसान १६-७-१९२०]

जिनकी प्रेरणासे स्थापित और विकसित हुए

- एलेम्बिक केमिकल वर्क्स ।
- अनेक रंगशालाएँ ।
- तकनीकी प्रयोगशालाएँ ।
- कला भवन ।
- वनिता विश्राम ।
- अपनी भाषामे विज्ञानकी शिक्षा ।

“रसायनकी मूल उत्पत्ति तो आदि कालमे ही हो गई थी । और जिस प्रकार सभी शास्त्रोकी जन्म-भूमि भारत है उसी प्रकार इसकी भी है । . . . रसायनका उद्देश्य पारसमणिकी खोज कर समस्त ससारको काचनमय करना था और अमृत अथवा एलिक्जिर खोज कर मनुष्यको दीर्घायु बनाना था ।

“आजके रसायनका उद्देश्य भी उससे मिलता-जुलता ही है . हल्की (निकृष्ट) वस्तुओको उच्चकोटिके रूप-गुण प्रदान करना उद्देश्य है, और दूसरा निरोगताकी वृद्धि करना है ।”

[स्व० त्रि० क० गज्जरके भाषणसे]

१४ : रंग और वर्णक

हम अपने चारो ओर तरह-तरहकी रंग-विरंगी चीजे देखते है। घास-पातका हरा रंग, तितलियोंके पखोंके इन्द्रधनुषी रंग, और पशु-पक्षियों एव कीट-पतंगोंके शरीर पर छाये हुए रंग तथा पत्थरों और खनिजोंके नानाविध रंग प्रकृतिके विपुल वर्ण वैभवका हमें दर्शन कराते है। रंगोंके प्रति मनुष्यका आकर्षण आदिकालसे चला आता है, इसीलिए प्रागैतिहासिक युगसे जो भी रंग दिखाई दिये मनुष्यने उनका उपयोग किया। हर, मजीठ, कत्था, हल्दी, अनार (दाडिम)की छाल, पत्रग (पतंगका पेड जिसकी लकड़ीसे गुलाल बनाया जाता है)की लकड़ी, कुसुब (कुसुम्भी), नील और अन्य कई पेडोंकी छाल आदि वस्तुओंका उपयोग कर हमारे देगके रंगरेज बढ़िया रंगाई करते थे। लियोटार्डने १८८१ ई०में प्रकाशित अपनी एक पुस्तकमें देगी रंग बनानेकी विधिकी बहुत प्रशंसा की है। आचार्य श्री प्रफुल्लचन्द्र रायने देशी रंगोंकी कलाको पुनर्जीवित करनेका प्रयास १९२०के स्वदेशी आन्दोलनके समय रंगाई कलासे सम्बन्धित एक पुस्तक प्रकाशित करके किया था। परन्तु आजके रंग वानस्पतिक नहीं सश्लिष्ट रंग है। इन रंगोंका प्रादुर्भाव १९वीं सदीमें अंग्रेज रसायनविद डब्ल्यू० एच० पर्किनके हाथों हुआ था। तारकोलसे प्राप्त किये जानेवाले बेनजिन पर आधारित ऐनिलीन रंग निर्माणमें इसका प्रेरणा स्रोत बना। इस दिशामें कार्य उसने बेनजिनसे आरम्भ किया। उस पर नाइट्रिक अम्लकी क्रिया करनेसे नाइट्रो-बेनजिन बन सकता था, परन्तु उन दिनों इंग्लैण्डमें आवश्यक घनत्ववाला नाइट्रिक अम्ल मिलता नहीं था, इसलिए पर्किनने बेनजिन, सोडियम नाइट्रेट और सल्फ्यूरिक अम्लकी पारस्परिक क्रिया द्वारा नाइट्रो-बेनजिन प्राप्त किया। आरम्भमें इन क्रियाओंके दौरान कई बार विस्फोट भी हुए, परन्तु पर्किनने हिम्मत न हारी और सतत प्रयत्नोंसे इस क्रियाको निरापद ढंगसे करनेकी विधि खोज निकाली।

इस विधिसे बने नाइट्रो-बेनजिनमें लौहचूर्ण और एसिटिक अम्ल मिलानेसे उसे ऐनिलीन प्राप्त हुआ।

पर्किनने सश्लिष्ट कुनैन बनानेके लिए ऐनिलीनसे मिलता-जुलता दूसरा पदार्थ ऐलाइल टोल्याडिन लेकर उसका आवसीकरण करनेका प्रयास किया। कुनैन तो नहीं बना, परन्तु एक लाल सुँघन्ती-जैसा पदार्थ उसे प्राप्त हुआ। आवसीकरणकी इस क्रियासे प्राप्त अनुभवका उपयोग



सर विलियम हेनरी पर्किन
(१८३८-१९०७)

उसने ऐनिलीन बनानेमें किया। ऐनिलीनके अम्ल सल्फेट और पोटेशियम डाइक्रोमेटके बीच क्रिया करनेसे उसे काले रंगकी बुकनी प्राप्त हुई, जिसमें पाँच प्रतिशत वेंगनी रंग था और जो ऐनिलीन पर्पल अर्थात् 'माँव' (चमकदार वेंगनी)के रूपमें प्रसिद्ध हुआ। उसके बाद तो कृत्रिम रंगोंके निर्माणमें रसायनविदों और उद्योग-विद्या-विगारदोंको सफलता पर सफलता मिलनी गई और आज वह विज्ञानकी एक महान उपलब्धि है।

सामान्य भाषामें कपड़ोंकी रँगईमें काम आनेवाले पदार्थों और तैलीय रंग-रोगनमें इस्तेमाल किये जानेवाले पदार्थोंको भी हम 'रंग' नाममें सम्मोहित करते हैं। परन्तु वैज्ञानिक भाषामें पहले प्रकारको 'रंग या रजक' और दूसरे प्रकारको वर्णक (pigments) कहते हैं।

रंग अधिकतर कोई रंगीन कार्बनिक यौगिक अथवा पदार्थोंका मिश्रण होता है। उमें कपड़े, कागज, प्लास्टिक अथवा चमड़े-जैसी चीजोंको पक्के रंगसे रंगा जा सकता है। जो रंग प्रकाश, हवा, पानी या साबुनकी धुलाई और प्रतिदिनके सामान्य उपयोगमें प्रभावित हुए बिना टिके रहते हैं उन्हें पक्का (fast) रंग कहते हैं, और जो रंग उनमें प्रभावित होकर उठ जाते या फीके पड़ जाते हैं उन्हें कच्चा (fugitive) रंग कहते हैं।

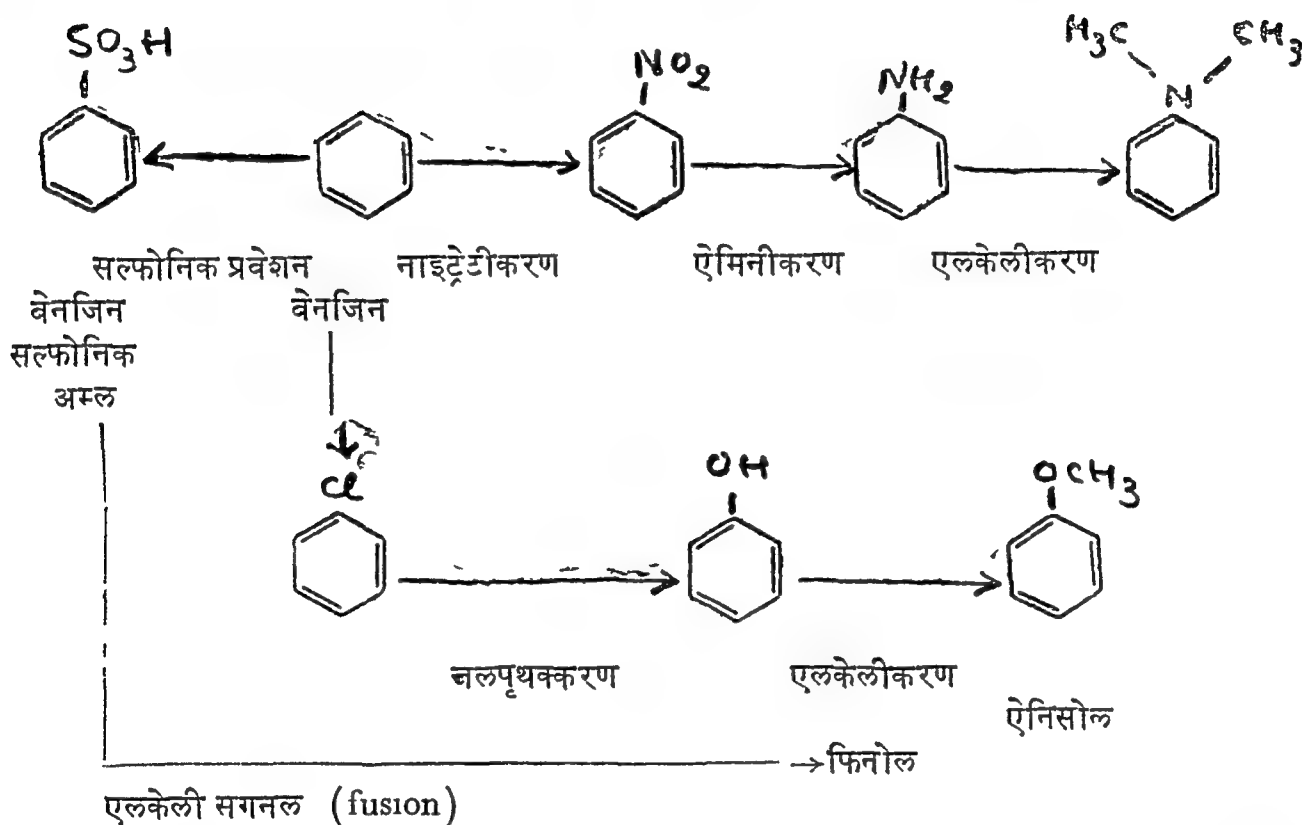
बाजारमें बिकनेवाले बहुतसे रंग बेनजिन और टोट्युज़न-जैमें सुरक्षित (एरोमेटिक) हाइड्रोकार्बनो अथवा उनसे मिलते-जुलते पदार्थोंसे सज्जित किये जाते हैं। रंगोंका मुख्य उपयोग वैसे तो कपड़ा रंगनेमें किया जाता है, लेकिन वे दूसरे कामोंमें भी आते हैं। जैसे कि ऑयलपेंट (रोगन) और उनसे सम्बन्धित पदार्थोंमें, तेल और मोटरगाड़ियोंमें प्रयुक्त होनेवाले पेट्रोलमें प्रति हिमायक अथवा जमावरोधी (ठण्डसे जम न सके (anti freeze) मिश्रणोंमें, अन्य रासायनिक यौगिकोंमें, खाद्य पदार्थों और मुखवो, जेली, जाम आदि परिरक्षित फलोंमें, स्नाही और कागजोंमें, रबर, रेजिन (वैरोजा आदि) और प्लास्टिकोंमें, कार्बन पेपर और टाइपराइटरोंके फीतो (रिबन)में, साबुन, नख पालिश और सोन्दर्य प्रसाधनोंमें, फर्नीचरकी पालिश, मोमबत्ती और अन्य मोमी पदार्थोंमें तथा कुछेक वर्णकोंमें भी इन रंगोंका बहुलतामें उपयोग होता है।

रंगोंका वर्गीकरण दो तरहसे किया जा सकता है। एक रीति रंगके अणुकी रासायनिक संरचना पर आधारित है, दूसरी रीति रंग लगाते समय व्यक्त होनेवाले उसके आचरण पर आधारित है। अभी हम रासायनिक संरचना पर आधारित रीतिकी ही चर्चा करेंगे। दूसरी रीतिसे किये जानेवाले वर्गीकरण पर आगे विस्तारमें चर्चा की जाएगी।

यदि हम किसी सामान्य रंगके पेचीदा रासायनिक सूत्रको देखते हैं तो हममेंसे कई बड़ी उलझनमें पड़ जाते हैं। लेकिन अगर हम अपने मकानकी रचना और रंगके सूत्रकी बनावटका तुलनात्मक दृष्टिसे विचार करें तो रंगकी संरचनाको समझनेमें जरा भी कठिनाई न होगी। विभिन्न प्रकारके मकानोंका निर्माण करनेमें जिस प्रकार वास्तुशिल्पी केवल लकड़ी, ईंट, पत्थर, इस्पात, बालू, सीमेंट आदि चीजोंका उपयोग करते हैं उन्हें भिन्न-भिन्न आकृतियाँ प्रदान करते हैं, उसी प्रकार रसायनविद केवल पाँच सौ रंगोत्पादक माध्यमिकों (intermediates)का उपयोग कर असंख्य प्रकारके रंग बना सकते हैं। फिर जिस प्रकार मकान बनानेमें दीवाल खड़ी करना, पानी छीटना (तरी करना), इस्पातका उपयोग कर खम्भे बनाना और सिल्लियाँ (slab) भरना आदि विधियोंका सहारा लेना पड़ता है, उसी प्रकार माध्यमिकोंसे भिन्न-भिन्न प्रकारके रंगोंका निर्माण

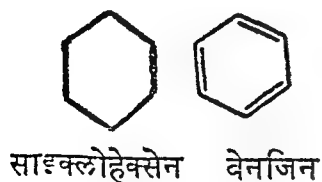
करनेमें भी लगभग एक दर्जन विभिन्न प्रक्रियाएँ अपनाती होती है। उन विधियोंमेंसे कुछको यहाँ आलेखित किया जाएगा।

किसी भी पदार्थ पर नाइट्रिक अम्लकी क्रिया द्वारा नाइट्रो समूहको ($-\text{NO}_2$) अणुमें प्रविष्ट किया जा सकता है। इस क्रियाको नाइट्रो-प्रवेशन अथवा नाइट्रेटीकरण (nitration) कहते हैं। पदार्थमें ऐमिनो समूह ($-\text{NH}_2$)के प्रवेशनको ऐमिनीकरण (amination) कहते हैं। पदार्थमें क्लोरिन ($-\text{Cl}$) सम्मिलित करना क्लोरिनीकरण (chlorination) कहलाता है। सल्फ्यूरिक अम्लके साथ पदार्थकी क्रिया कर सल्फोनिक समूह ($-\text{SO}_3\text{H}$)की अणुमें वृद्धि करना सल्फोनिक प्रवेशन कहा जाता है। नीचेके रेखाचित्रसे इन विधियोंको समग्र रूपसे और सरलतासे समझनेके लिए नीचेका रेखाकन देखिए



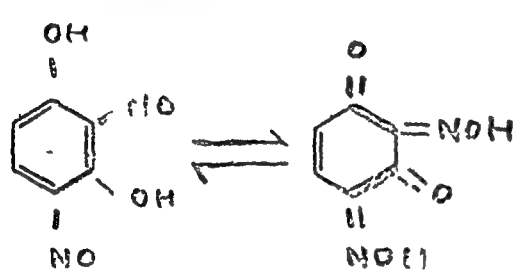
पदार्थ रगकी तरह कव आचरण करता है, यह एक महत्वपूर्ण प्रग्न है। रगके अणुमें एक खास मात्रामे परमाणुओके बीचके बन्धनमें असन्तृप्तता होनी चाहिए। जब कार्बनको कार्बनसे जोडनेवाली रेखा एकके बदले दो या तीन दिखलाई जाएँ तो यह कहा जाएगा कि उन कार्बन परमाणुओके बीचका बन्धन असन्तृप्त है। उदाहरणके लिए वेनजिन असन्तृप्त है, परन्तु साइक्लो-

हेक्सेन सन्तृप्त है। वेनजिन और उसके वर्गके जातकोमें रहनेवाले वलयको ऐरोमेटिक कहते हैं। इस ऐरोमेटिक वलयके हिस्सेमें असन्तृप्तताका होना आवग्यक है। फिर इस असन्तृप्तताके साथ ही साथ कम-से-कम पेचीदा विनोइड सरचना भी होनी चाहिए। ये हैं रगके अणुसे सम्बन्धित बुनियादी शर्ते। उदाहरणके लिए वेनजिन

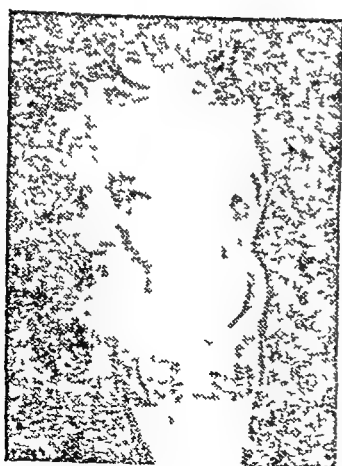
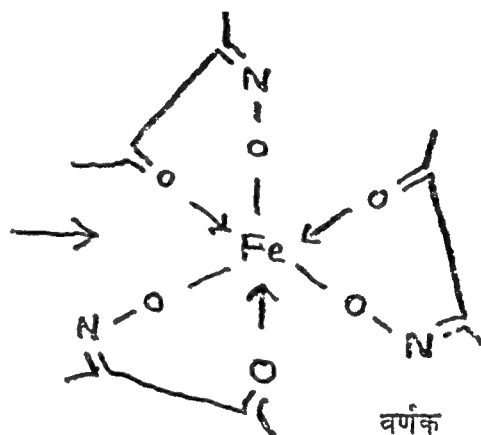


वलय पर नाइट्रोसो समूहो ($-\text{NO}$) और हाइड्रोक्सिल ($-\text{OH}$) समूहोका प्रवेशन करनेसे हमें

एक सादा नाइट्रोसो रंग प्राप्त होता है। रिसोसिनालके साथ मॉडियम नाइट्राइट और सान्द्र सल्फ्यूरिक अम्लकी क्रियासे नाइट्रोसो रिसोसिनाल प्राप्त होता है। इस अणुकी सरचना ऐसी है कि हाइड्रोक्सिल समूहके हाइड्रोजन परमाणु अपना स्थान बदलकर नाइट्रोसोके आक्सीजनमें संयोजित हो जाते हैं और द्विवन्धोमें भी परिवर्तन होता है। स्थानान्तरकी इस क्रियाको 'टोटोमेरिज्म' कहते हैं और उसे प्रदर्शित करनेके लिए दोनों ओर तीरके चिह्न (\rightleftharpoons) लगाये जाते हैं। इन चिह्नोंसे यह पता चलता है कि दोनों प्रकारके अणुओंका पारस्परिक सन्तुलन है। दूसरे शब्दोंमें यो कहेंगे कि डाइनाइट्रोसो रिसोसिनाल क्विनोइड सहित और क्विनोइड रहित दोनों ही अवस्थाओंमें विद्यमान रहता है। क्विनोइड परमाणु लौह (Fe) से संयोजित होनेपर वर्णन बन जाता है। इस वर्णककी सरचनामें द्विवन्ध होनेसे सभी स्थितियोंमें असंतृप्तता बनी रहती है। लौहके परमाणुमें संयोग होने पर जो पदार्थ बना वह नये प्रकारका अणु है। उसमें धातु और कार्बनिक समूहोंके साथ संयोजन हुआ है। रंग बंधकसे स्थायी बननेवाले (mordant) रंग धातुके परमाणुओंसे संयोजित होकर पक्के रंग बन जाते हैं।



डाइनाइट्रोसो रिसोसिनोल क्विनोइड सरचना



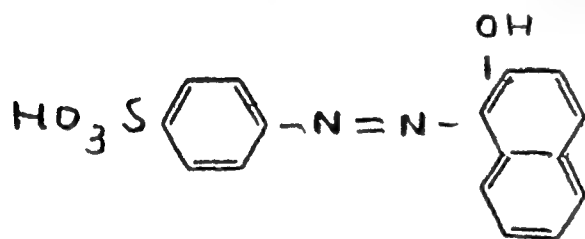
ऑटो निकोलसविट
(१८५३-१९३२)

रासायनिक सरचना और रंगके बीच सम्बन्ध प्रदर्शित करनेवाले कुछ सामान्य अनुमान निरूपित किये गए हैं। १८६७ ई०में ओ० एन० विटने जो तथ्य निरूपित किये वे आज भी हमारे काम आते हैं। हम एक सूत्र लिख सकते हैं रंग (रजक) = वर्णजन (chromogen) + वर्ण वर्धक (auxochrome)।

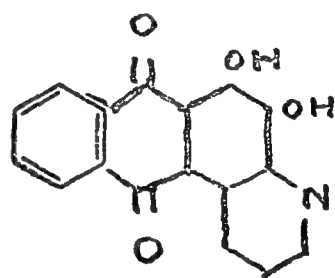
वर्णमूलक या वर्णसूचक (chromophore) नामसे अभिज्ञात समूहवाले ऐरोमेटिक वलयदेहको वर्णजन कहते हैं। वर्णमूलक या वर्णसूचकका अर्थ ही है रंग देनेवाला। ये वर्णमूलक इतने अधिक महत्त्वपूर्ण हैं कि रंगोंका वर्गीकरण इन्हींके आधार पर किया जाता है। इस प्रकारके वर्णमूलकोंका अवकरण (अपचयन = reduction) सम्भव है और अवकरण होने पर रंग अदृश्य हो जाता है। जब द्विवन्ध और एकवन्ध

बारी-बारी आते हो तो अणु अधिक रगीन होता है। डाइमिथाइल फ्लविन नारंगी रंगका पदार्थ है। यह रगीन होते हुए भी रगकी तरह इस्तेमाल नहीं किया जा सकता। इससे हमें यह निष्कर्ष निकाल सकते हैं कि वर्णजन रगीन होता है परन्तु बुने हुए रेशोसे चिपकनेकी रासायनिक प्रवृत्ति उसमें नहीं होती। इसीलिए सहायक समूहोंकी अर्थात् वर्णवर्धकोंकी आवश्यकता पड़ती है। ये वर्णवर्धक अधिकतर लवण प्राप्त होनेवाले समूह ($-\text{NH}_2$, $-\text{OH}$) और उनके अभिजात होते हैं, अथवा पदार्थकी गलन क्षमताको बढ़ानेवाले कार्बोक्सिल ($-\text{COOH}$) या सल्फोनिक अम्ल ($-\text{SO}_3\text{H}$) समूह होते हैं। इस प्रकार वर्णजनो और वर्णवर्धकोंकी अद्भुत लीला रगविज्ञानमें विस्तारित है।

अब हम रगोंके कुछ वर्णों (प्रकारों)से परिचित होनेका प्रयत्न करेंगे। सबसे पहले अम्लीय रगो (acid colours)को लिया जाए। ये रग अम्लकी तरह आचरण करते हैं, इसलिए ऊन और रेशमको रँगनेमें इनका उपयोग किया जाता है। अम्लीय रगोमें ऐंजो, ट्राइ-फिनाइलमेथेन और एन्थ्राक्विनोन रगोका समावेश होता है। उनकी संरचनामें नाइट्रो ($-\text{NO}_2$) कार्बोक्सिल ($-\text{COOH}$) अथवा सल्फोनिक अम्ल ($-\text{SO}_3\text{H}$) समूह उपस्थित रहते हैं। ऊन और रेशमके अणुओंमें उपस्थित प्रोटीनके मूल (basic) समूहोंसे अम्ल समूह संयोजित हो जाते हैं। ऑरेंज-टू और ऐलिजरिन-ब्लू इस तरहके रगोंके अच्छे उदाहरण हैं।

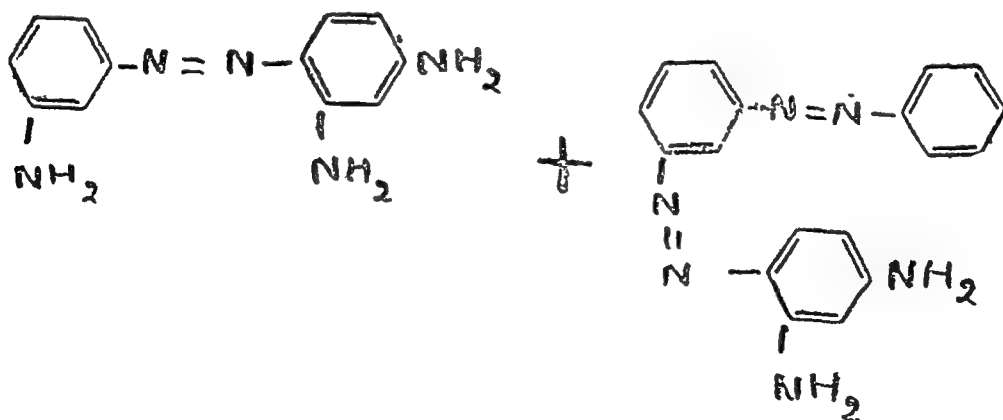


ऑरेंज-टू



ऐलिजरिन-ब्लू

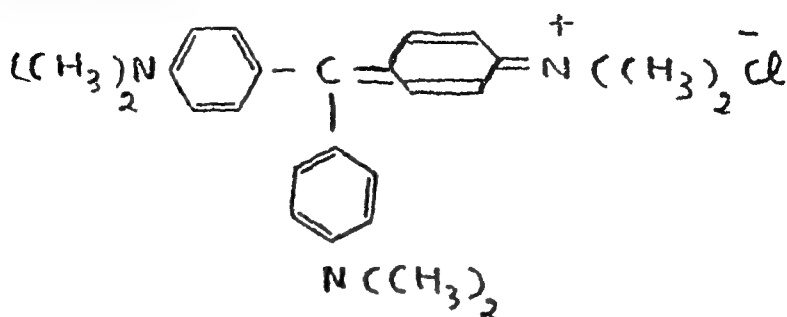
जिन रगोंमें एमिनो ($-\text{NH}_2$) अथवा प्रस्थापित अमिनो ($-\text{NHR}$ अथवा NR_2) समूह रहते हैं उन ट्राइएटिलमेथेन अथवा जैन्थीनवर्गके पदार्थोंको बेसिक रग कहते हैं। उनका



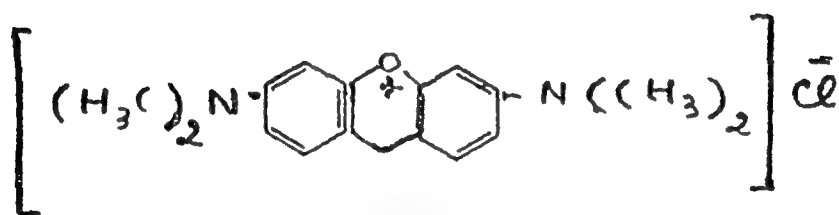
विस्मार्क ब्राउन-जी (दोनोंका मिश्रण)

खास उपयोग कागजको रँगनेमें किया जाता है। विस्मार्क ब्राउनका उपयोग चमड़ेको रँगनेमें

किया जाता है। क्रिस्टल वायोलेट टाइपराइटरके फीते, कार्बन पेपर और डुप्लीकेटिंग म्याही बनानेके काम आता है। स्पिरिटमे गलनशील बेसिक रंगोंका लेखन और मुद्रणकी स्याही बनानेमें उपयोग होता है। कुछ विशिष्ट बेसिक रंग, जैसेकि एस्ट्राजोन, नये मश्लिफ्ट रंगोंकी रंगाई और सेल्यूलोज एसिटेडकी छपाईमें काम आते हैं।

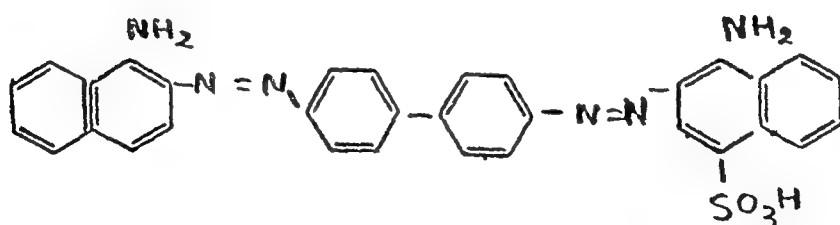


क्रिस्टल वायोलेट (ट्राइफिनाइल मेथेन वर्गका)



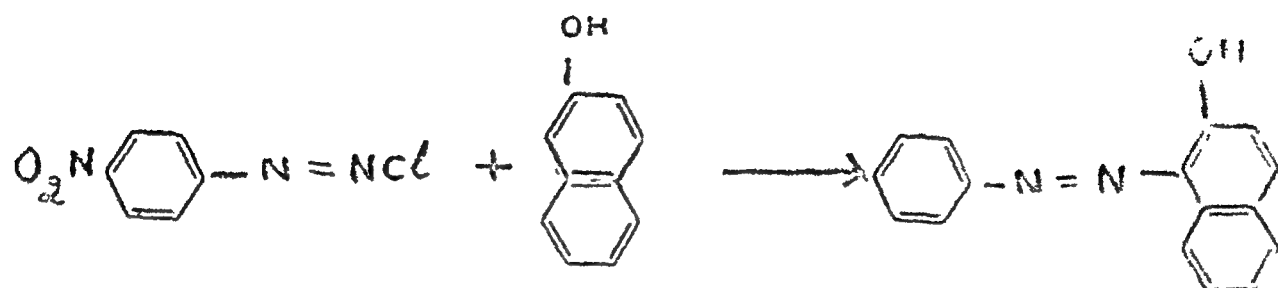
पाइरोनिन जी (जैन्थ्रन वर्गका)

कुछ रंग सीधे या प्रत्यक्ष (direct) रंग कहलाते हैं, क्योंकि उन्हें सीधे-सीधे उपयोगमें लाया जा सकता है। ऐसे रंग सूती या अन्य वानस्पतिक रंगोंकी रंगाईके काम आते हैं। ये रंग ऐजोवर्गीय हैं। सोडियम क्लोराइड और सोडियम सल्फेट जैसे लवणोंकी उपस्थितिमें ये रंग कपासके रेशोंके प्रति लगाव प्रदर्शित करते हैं। इसलिए उन्हें अक्सर लवण रंग भी कहा जाता है। उदाहरणके लिए चटकलाल रंग कागोरेड सूती कपड़ेको सीधे-सीधे रंगता है। इसका सूत्र नीचे दिया जाता है



कागो रेड

कुछ रंग कपड़े पर विकसित होते हैं। कपड़े अथवा सूतको एक या दो माध्यमिक पदार्थोंसे तर कर लिया जाता है। फिर दूसरे पदार्थसे रासायनिक क्रिया करके रंगको विकसित कर लेते हैं। इस प्रकारके रंग पानीमें विलेय नहीं होते। कपड़े अथवा सूत पर ही जिन रंगोंको तैयार किया जाता है उन्हें, तैयार करनेकी विधिके कारण, क्रम विकसित या अन्त विकसित रंग कहा

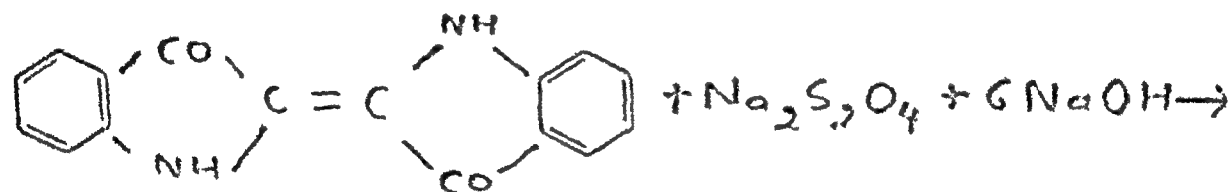


पैरा नाइट्रो ऐनिलीनमें बना पदार्थ

बीटा नैपथॉल

पैरा रेड

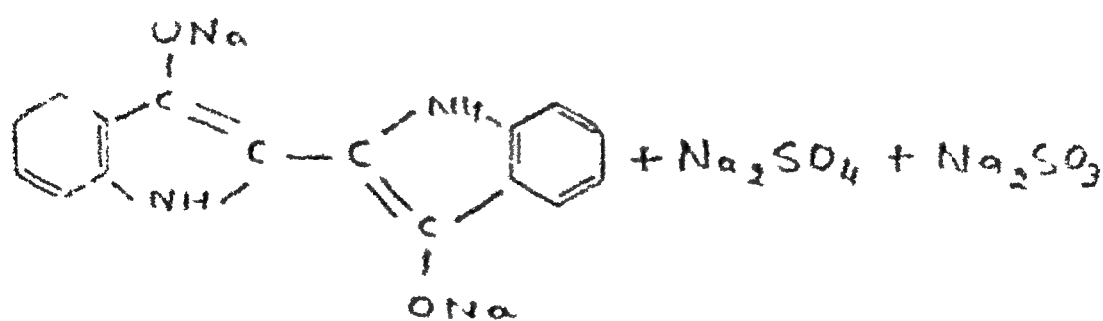
'बेट-रंग' नामक पदार्थोंका आमानीमें अवकरण किया जा सकता है। अवकरण हो जाने पर ये पदार्थ रंगहीन ल्युको अथवा 'बेट' अवस्था अपना लेते हैं और नव पानीमें विलेय होते हैं। रंजकों 'बेट'में तर करनेके बाद उनपर आक्सीकरणकी क्रिया करनेमें रंग फिर उभर जाता है। इस विधिमें तैयार किये हुए रंग धुलाई, प्रकाश और रासायनिक द्रव्योंमें भी टिये रहते हैं। इसका मतलब यह हुआ कि बेट-रंग पक्के (fast) होते हैं। उदाहरणके लिए नीचे, यह अल्डामेन्स नहीं, बेट-रंग है। जब बेट रंगों पर सोडियम हाइड्रो सल्फाइटके ऐन्जेनोस विन्यस्तकी क्रिया होती है तो उनका अवकरण होकर 'बेट' प्राप्त होता है। इस 'बेट'का हवा, परबोरेट अथवा टाइनोमेंडमें



रंजको (रंग)

सोडियम हाइड्रोसल्फाइट

गान्धर मोंग



रंजको (लेट)

सोडियम हाइड्रोसल्फाइट

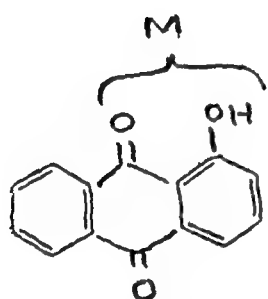
सोडियम हाइड्रोसल्फाइट

यह रंगहीन बेट-रंग है जो अवकरण के बाद रंगहीन ल्युको अवस्था में आता है।

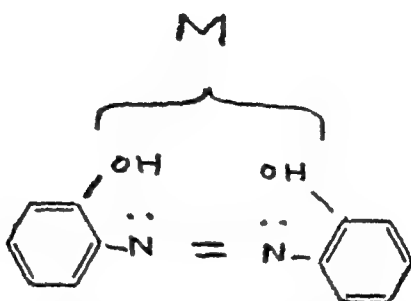
यह रंगहीन बेट-रंग है जो अवकरण के बाद रंगहीन ल्युको अवस्था में आता है।

आक्सीकरण होने पर रंग उभरता है। रुई, और रेयन अथवा कमी-कमी रेयमकी रँगाईके लिए नीलका उपयोग किया जाता है।

रंग-बन्धको द्वारा स्थायी होनेवाले स्थापक रंग विभिन्न धातुओमे मयोजित होकर विभिन्न प्रकारके धातु-सकीर्ण (metal complex) उत्पन्न कर सकते हैं। इन रंगोंकी कुछ निश्चित विशेषताएँ होती हैं। इन रंगोंकी सरचनामे एक लवणयुक्त समूह होना चाहिए, दूसरा ऐसा समूह होना चाहिए जो अपने अग्रद्व इलेक्ट्रानोंको दे सके। इस तरह रंग दो प्रकारके समूहों द्वारा धातुके परमाणुको ग्रहणकर धातु-सकीर्ण बनाता है। उदाहरणके लिए मजीठमे उपस्थित ऐलिजरीन-मे हाइड्रोक्सिल ($-OH$) समूह लवणयुक्त है और कार्बोनिल समूह ($-C=O$) मे उपस्थित विन्डियोसे दशित अवद्ध इलेक्ट्रान दे सकनेवाला समूह है। इसी प्रकार ओरथो-ओरथो डाइहाइड्रोक्सी ऐजोरंग भी धातु-सकीर्ण बनाता है। क्रोमियम, एल्युमीनियम और लीह्वेके लवणोंका रंगबन्धकी तरह उपयोग किया जाता है।



ऐलिजरीन $M = \text{धातु}$



ओरथो-ओरथो डाइहाइड्रोक्सी ऐजोरंग

वेट-रंगकी तरह गन्धकयुक्त (sulphur) रंगोंका, अवकरण होनेपर, पानीमे विलेय ल्युको (निर्वर्ण-वर्णहीन) वेसमे परिवर्तन होता है। इन निर्वर्ण पदार्थोंका कपडेके रंगोंके प्रति लगाव होता है, जिससे ये उसपर चिपक जाते हैं। जब 'निर्वर्ण'का रंगोपर आक्मीकरण होता है तो मूल रंग उभर आता है। गन्धक युक्त रंगोमे वर्णजनकके स्थान पर $-S-$ होता है। सोडियम सल्फाइड द्वारा गन्धकयुक्त रंगका अवकरण होता है। गन्धकयुक्त रंग अधिकतर सूती कपडो पर चढाये जाते हैं। नारंगी, लाल, कथई, भूरा, हरा और काला आदि कई प्रकारके रंग इस वर्गमे पाये जाते हैं। कीमतमे भी ये सस्ते होते हैं। परन्तु गन्धकयुक्त रंगोंकी सरचना बहुत पेचीदा होती है।

ऊपर हमने विभिन्न रंगोंका सामान्य परिचय प्राप्त किया, यद्यपि उसे पूर्ण नहीं कहा जा सकता। छोटेसे रासायनिक समूहके आधारपर वर्गीकरण और उसके उदाहरण दे पाना लगभग असम्भव ही है। यहाँ केवल दो वर्गोंका नामोल्लेख किया जाएगा, क्योंकि दोनों ही वर्गके रंगोंका चिकित्साकी दृष्टिसे भी महत्त्व है।

एक है ट्राइफिनाइल वर्गके रंग और दूसरे है एन्क्रिडिनवर्गके रंग। ट्राइफिनाइल रंगोमेसे क्रिस्टल वायोलेट, मिथाइल वायोलेट, मेलेचाइट ग्रीन, ओरेमाइन आदि जीवाणुरोधी (anti-

biotic) क्रियाशीलतासे सम्पन्न होनेके कारण प्रतिदोषरोधी (anti-septic) की तरह इस्तेमाल किये जाते हैं। एक्रिडिन रंगोमे से दवाके रूपमे काम आनेवाला एक्रिफ्लेविन प्रोफ्लेविन और उसके मेथोक्लोराइडका मिश्रण होता है। यह जीवाणुरोधी क्रियाशीलतासे सम्पन्न होता है और इसलिए घावके उपचारमे इसका उपयोग किया जाता है। इनके अतिरिक्त कुछ ऐजो रंग भी प्रतिदोषरोधी गुणोवाले होते हैं और उनकी यह गुणवत्ता एक्रिडिन रंगोसे उच्चकोटिकी होती है, क्योंकि वे घावपर आनेवाली त्वचाकी वृद्धिमे सहायक होते हैं। औपधीय रंगोमे मेथिलिन-ब्लूका ऐतिहासिक महत्त्व है। डॉ० एहरलिकने रसायन-चिकित्सा सम्बन्धी जो आरम्भिक प्रयोग किये वे रंगोपर थे और मेथिलिन ब्लू उनमेसे एक था।

रासायनिक वर्गीकरणके अनुसार भिन्न-भिन्न रंगोको बनानेकी विधि भिन्न-भिन्न होती है। फिर भी इतना तो निश्चित है कि अलकतरेसे प्राप्त वेनजिन, टोल्याइन, नेपथेलिन और एन्थ्रेसिन जैसे सादे पदार्थोंसे आरम्भ कर भिन्न-भिन्न एकम विधियोंको काममे लाकर सारे रंग तैयार किये जाते हैं।

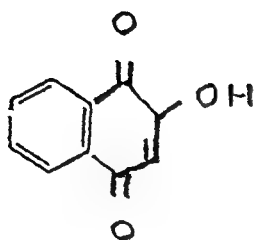
वर्णक

वर्णक कार्बनिक भी होते हैं और अकार्बनिक भी। अकार्बनिक श्वेत वर्णकोमे व्हाइटलेड $[2 \text{PbCO}_3, \text{Pb}(\text{OH})_2]$, जिंक आक्साइड (ZnO) , लिथोपोन $[\text{ZnS} + \text{BaSO}_4]$, और टिटैनियम आक्साइड $[\text{TiO}_2]$ मुख्य हैं। प्रशियन ब्लू $[\text{Fe}(\text{FeCN})_6]$, लेडक्रोमेट $[\text{PbCrO}_4]$, रेड लेड $[\text{Pb}_3\text{O}_4]$, फेरिक आक्साइड $[\text{Fe}_2\text{O}_3]$, क्रोमियम आक्साइड $[\text{Cr}_2\text{O}_3]$ आदि रंगीन वर्णक हैं। इन वर्णकोको रंगरोगन (oil paints)के लिए उपयुक्त तैलीय मिश्रणोमे मिलाकर काममे लाया जाता है।

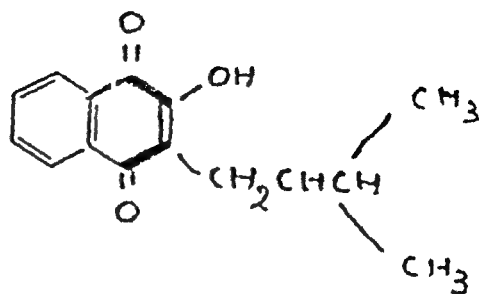
ये वर्णक प्राकृतिक ढंगसे अथवा सश्लेषण द्वारा प्राप्त रासायनिक पदार्थ हैं। अधिकतर वर्णक महीन चूर्ण होते हैं। ये पानी अथवा तेलमे विलेय नहीं हैं। लेकिन उपयोगमे लानेके लिए इन्हें भिगोया जा सकता है। वर्णक और रंगमे कोई खास अन्तर नहीं होता परन्तु यह कहा जा सकता है कि वर्णक, बिना किसी अपवादके, अविलेय होते हैं, जबकि रंग कपड़ो और अन्य रेगेवालो तथा प्लास्टिक पदार्थोंको रंगे जा सकनेवाले विलेय पदार्थ होते हैं। परन्तु वर्णक इस कार्यके सर्वथा अनुपयुक्त होते हैं। रंगरोगनमे, छपाईकी स्याहियोंमे, फर्शकी रंगाईमे, प्लास्टिक और रबर बनानेमे चमड़ा, मोम, चाक, क्रेयान आदिमे वर्णकोका उपयोग किया जाता है।

सबसे पहले हम कुछ प्राकृतिक वर्णकोको लेंगे। सुविधाके लिए प्राकृतिक वर्णकोको चार वर्गोंमे विभाजित कर लेना ठीक रहेगा (१) क्विनोन वर्णक, (२) एन्थ्रोसायनिन और फ्लेवोन वर्णक, (३) पोलिन वर्णक और (४) पोरफाइरिन वर्णक।

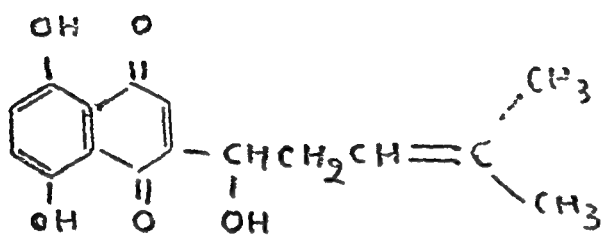
क्विनोन वर्णक वनस्पति और प्राणियोंमे देखनेको मिलते हैं। उदाहरणके लिए मेहदीके पत्तोमे उपस्थित ललछोहा पीला वर्णक लोसान, कुछ प्रकारकी लकड़ियोंसे प्राप्त होनेवाला पीला स्फटिकीय पदार्थ लेपोकोल, 'अल्काना टिक्टोरिया' की जड़से प्राप्त होनेवाला वर्णक अल्कानिन समुद्री अर्चिनके अण्डोमे रहनेवाला वर्णक इकिनोक्रोम-ए आदि इस वर्गमे आते हैं। इन सभी वर्णकोकी संरचना मुख्यतः क्विनोन प्रणालीकी होती है।



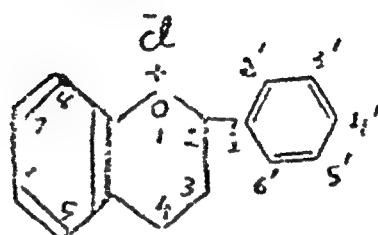
लोसॉन (पीला)



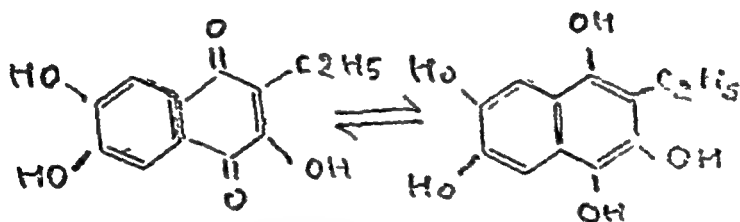
लेपोकोल (पीला)



अल्कानिन (कत्यई लाल)

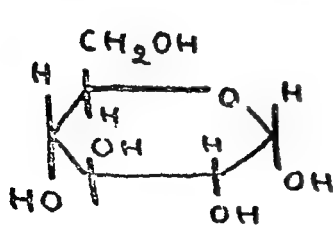


पतनिद्रियम क्लोराइड

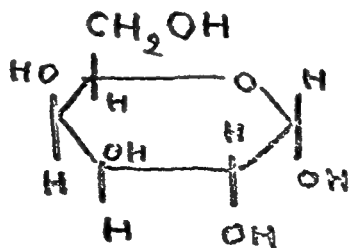


इकिनोक्रोम-ए (लाल)

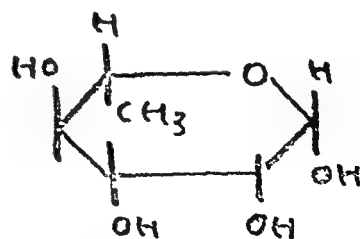
कई फूलों और फलों के वर्णक एन्थोसायनिन वर्ग के होते हैं। इन वर्णकों की विशेषता यह है कि इनके अणु में रंगीन भाग के साथ शर्करा के अणु संयोजित होते हैं। शर्करा रहित रंगीन भाग को एन्थोसायनिडिन कहते हैं। इस फ्लाविलियम क्लोराइड के चारों ओर ३, ४, ५, ६, ७, ८ और २', ३', ४', ५', ६' स्थानों पर उपयुक्त समूहों और शर्करा अणु लगाने से भिन्न-भिन्न फूलों के वर्णकों-



ग्लूकोज



गैलेक्टोज



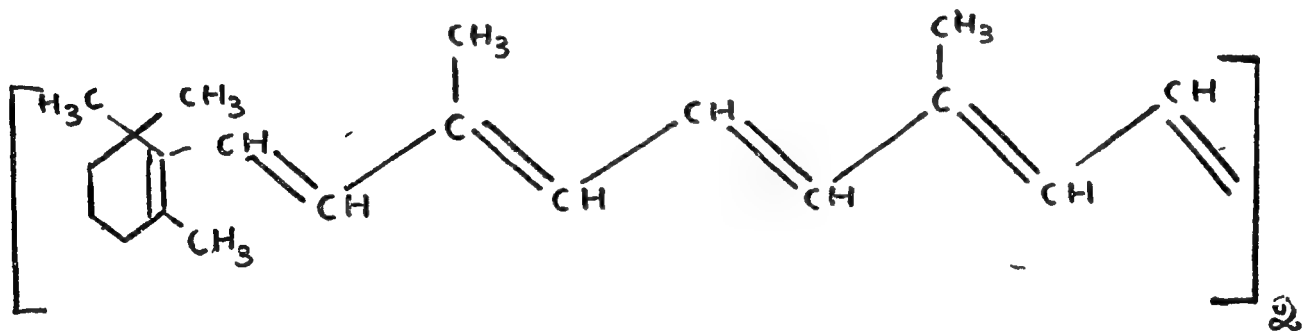
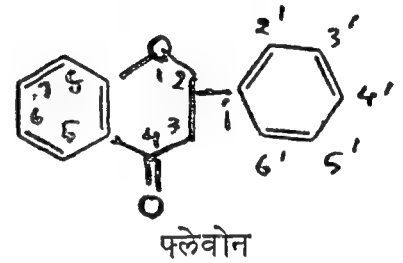
मैन्नोज

का आविर्भाव होता है। इन वर्णकों में खासतौर पर वलयों के ऊपर हाइड्रॉक्सिल ($-OH$) अथवा / और मेथोक्सी ($-OCH_3$) समूह होते हैं। इसके अतिरिक्त ग्लूकोज, गैलेक्टोज और मैन्नोज नामक

शर्करा द्रव्यके भी एक या दो अणु चिपके रहते हैं। उदाहरणके लिए गुलाबके लालफूलमे सायनिन नामक वर्णक होता है। यह वर्णक अम्लयुक्त स्थितिमे लाल होता है, एलकेलीन स्थितिमे भूरा होता है, लेकिन लगभग उदासीन (neutral) स्थितिमे बैंगनी (violet) होता है। इसी प्रकार भिन्न-भिन्न रंग उनमे उपस्थित वर्णक तथा अम्लता (acidity) पी एच (p_h) के अक पर निर्भर करते हैं। इस प्रकार, फूलोके रंगोकी विविधता फ्लाविलियमके चारो ओर लिपटे हुए समूहोके कारण है।

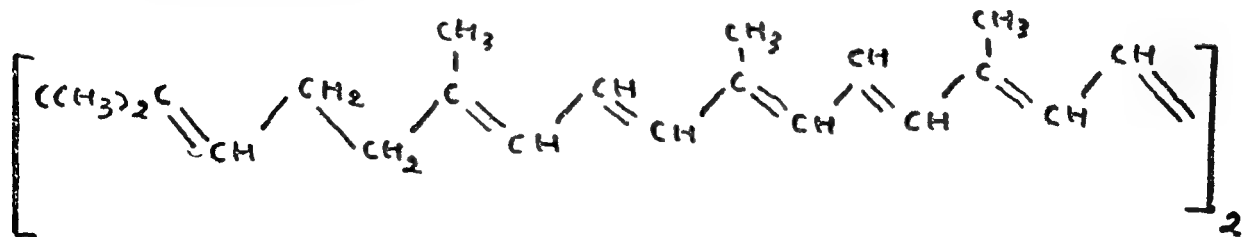
एन्थोसायनिनसे बहुत अधिक मात्रामे मिलते-जुलते फ्लेवोन वर्णक है। फूल तथा पत्तोपर-की रेणुके रूपमे फ्लेवोनका अस्तित्व पाया जाता है। इसकी सामान्य सरचनासे पता चलता है कि चौथे स्थान पर $>C=O$ समूह होता है। जब ३, ३', ४', ५ और ७ स्थानो पर OH समूह रहता है तो क्वरसेटिन नामक फ्लेवोन प्राप्त होता है।

वनस्पतिकी पत्तियोमे क्लोरोफिलके साथ कैरोटिन नामका वर्णक रहता है। कैरोटिन-जैसे वर्णकोको 'कैरोटिनोइड' कहते हैं। कैरोटिनोइड वनस्पतिमे ही नहीं, प्राणी जीवनमे भी व्याप्त है। रासायनिक दृष्टिसे इसे 'पोलीन' कहते हैं, क्योंकि इसके अणुमे कई द्विवन्ध होते हैं। इसका मूल हाइड्रोकार्बनका अणुसूत्र $C_{40}H_{56}$ है। इसके अणुमे वलय हो या न भी हो, परन्तु द्विवन्धवाली शृंखला अवश्य होनी चाहिए। उदाहरणार्थ गाजरमे विद्यमान मुख्य बीटा-कैरोटिनकी सरचना इस प्रकार है



बीटा-कैरोटिन

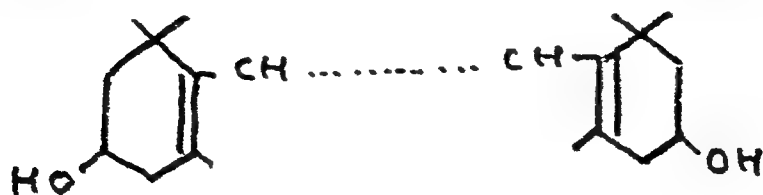
बीटा-कैरोटिनका सूत्र विटामिन ए से दुगुना है, इसलिए कैरोटिनवाली चीजे खानेसे शरीरको विटामिन-ए मिल सकता है।



लायकोपिन

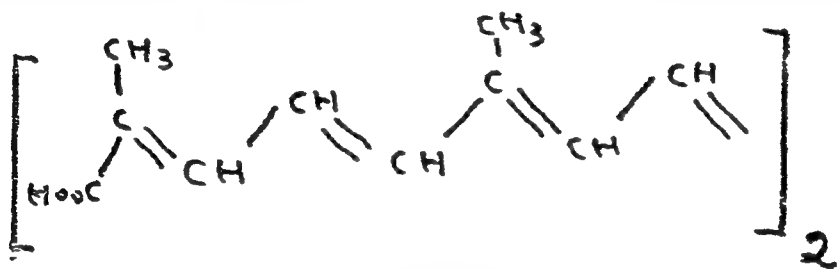
टमाटरका लालवर्णक लायकोपिन भी पोलीन वर्णका है। उसके अणुसूत्रमे एक भी वलय नहीं, केवल द्विवन्धोवाली लम्बी शृंखला है।

पोलीन वर्णकोमे आक्सीजन समूहवाले जैव्याफिल कहलाते हैं। उदाहरणार्थ मक्काके दानोमें पाया जानेवाला पीला जिजान्थिन इसी वर्गका है। उसकी अणु-संरचना बीटा-कैरोटिन-जैसी होती है। सिर्फ यह अन्तर है कि बलयमें अतिरिक्त हाइड्रोक्सिल ($-OH$) समूह रहता है।

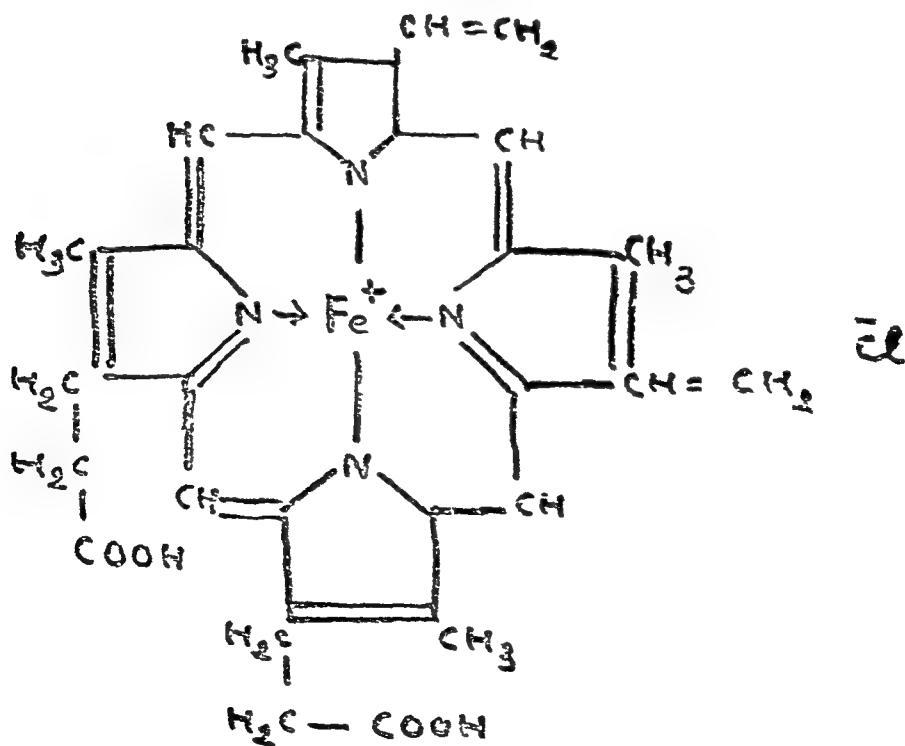


जिजान्थिन

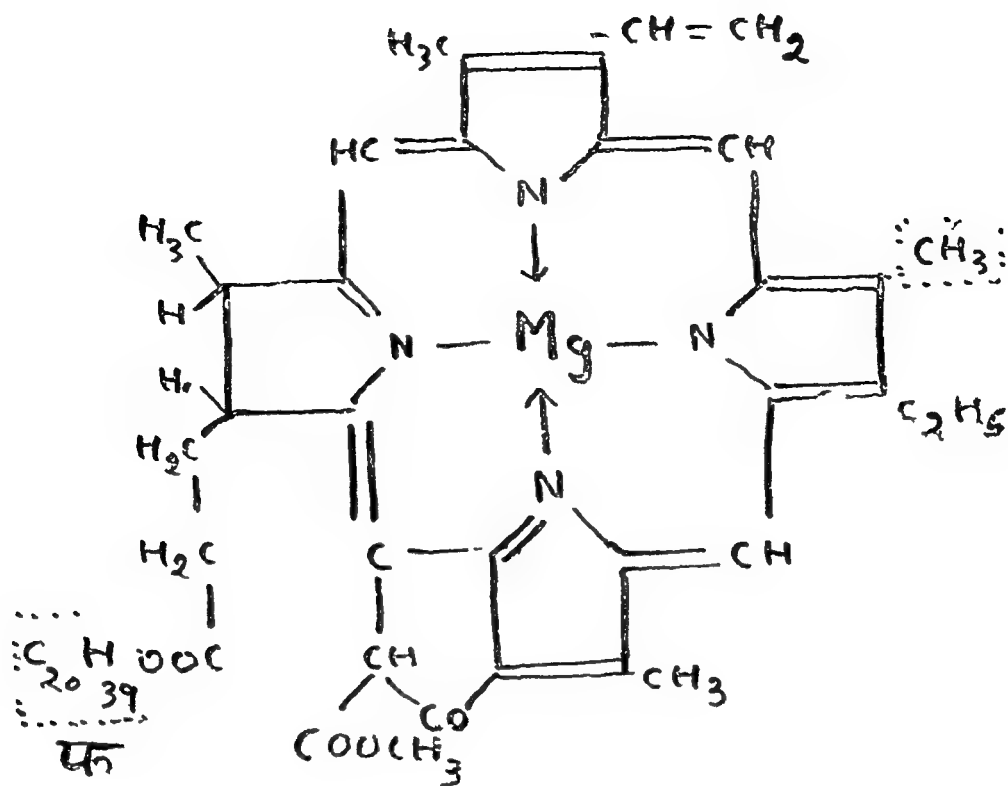
कोसेटिन केसरमें जेन्गी ओवायोज नामक चर्करा द्रव्यमें संयोजित अवस्थामें रहता है। कोसेटिनकी संरचनासे यह स्पष्ट हो जाता है कि केसरका रंगभी पोलीन वर्णका ही आभारी है।



कोसेटिन



हेमिन

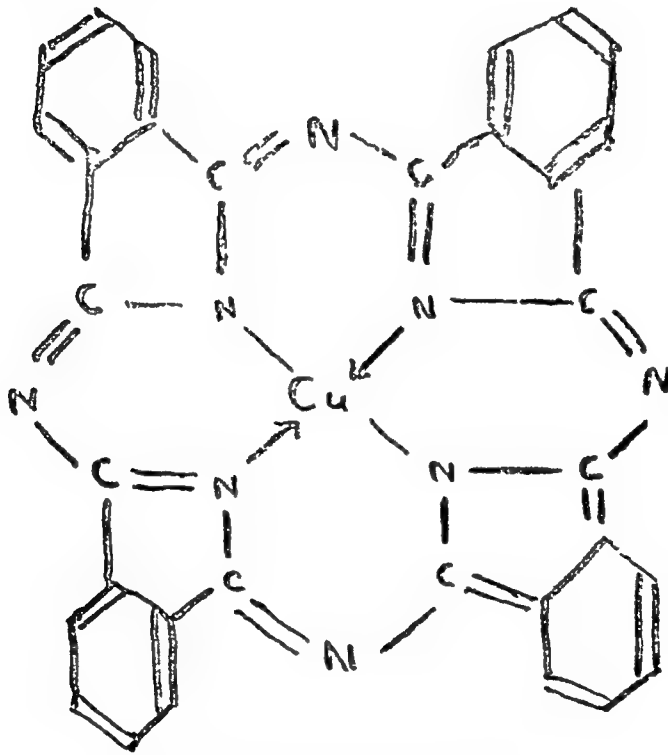


क्लोरोफिल-ए

प्रकृतिमें 'पोरफाइरिन' वर्गके दो महत्वपूर्ण वर्णक हैं एक क्लोरोफिल और दूसरा हेमिन। हरी वनस्पतिकी पत्तियोंमें क्लोरोफिल फैला रहता है। प्राणिमात्रके रुधिरमें हेमोग्लोबिनके रूपमें हेमिन रहता है। हेमोग्लोबिन एक प्रोटीन है, जिसमें ९४ प्रतिशत ग्लोबिन नामक प्रोटीन और ६ प्रतिशत हेमिन होता है। उसके स्फटिकका रंग पारदर्शक प्रकाशमें कथई और परावर्तक प्रकाशमें इस्पाती भूरा होता है। इसमें उपस्थित लौहके परमाणु अवकारित (reduced) अवस्थामें होते हैं। इसीलिए वह आक्सीजन ग्रहण करता है। हेमिनके ही कारण रुधिरके रक्तकणमें आक्सीजन का विनिमय होता रहता है। हेमिनकी संरचनाको देखनेसे सूक्ष्मातिसूक्ष्म कणमें भी प्रकृतिके कलाविन्यासका पता चलता है।

यह कलापूर्ण आकृति पोरफाइरिन वलय-प्रणालीपर रची गई है। आश्चर्यकी बात यह है कि वनस्पतिके व्यापक हरे क्लोरोफिलमें भी यह वलय-प्रणाली रहती है। वनस्पतिमें प्रकाश सश्लेषणके कार्यमें क्लोरोफिल महत्वपूर्ण भूमिका निभाता है। क्लोरोफिल दो प्रकारके होते हैं, दोनोंकी अलग-अलग पहचानके लिए उन्हें क्लोरोफिल-ए और क्लोरोफिल-बी नाम दिये गए हैं। इन दोनोंमें बहुत अन्तर नहीं होता। आकृतिमें लम्बे वर्तुलमें प्रदर्शित मिथाइल ($-\text{CH}_3$) समूहके बदले ($-\text{CHO}$) समूह होनेपर उसे क्लोरोफिल-बी कहते हैं। हेमिन और क्लोरोफिलमें यदि कोई उल्लेखनीय अन्तर है तो धातुके परमाणुका ही है। हेमिनमें लौहका परमाणु होता है और क्लोरोफिलमें मैग्नेशियमका। इसके सिवा क्लोरोफिलमें एक वलय (ब) अधिक और लम्बी पार्श्व-शृंखला $\text{C}_{20}\text{H}_{39}$ (फ) —फाइटिल समूह—होती है।

कलात्मक संरचनाकी दृष्टिसे सडिल्ले येलोसायनिन हेमिन और क्लोरोफिलके प्रति-
स्पर्धी कहे जा सकते हैं। इस वर्णके वर्णकोका इतिहास बड़ा ही रोचक और रोमांचक भी है।
१९२८ ई० में स्काटिंग डाइज लिमिटेडके कारखानेमें एक आकस्मिक खोज हुई और इस वर्णके
वर्णकका पता चला। लोहेके पात्रमें नेपथेलिनसे मिलते-जुलते येल्लिक अम्ल और ऐमोनियाके मध्य
रासायनिक क्रिया चल रही थी तब इस क्रियामें प्राप्त होनेवाले येल्लिमाइडमें भूरा रंग बनता
दिखाई दिया। इसका कारण कोई अज्ञात वर्णक या उस अज्ञातवर्णककी संरचना निश्चित करनेमें
छह वर्षका समय लग गया। फिर तो ताम्र, मैग्नेशियम, सीसा आदि धातुओंमें विभिन्न प्रकारके
रंगवाले वर्णक बनाना सम्भव हो गया। सबसे पहले बाजारमें इस प्रकारका जो वर्णक लाया गया
वह ताम्र (काँपर) येल्लोसायनिन था। उसकी संरचना भी कलात्मक है। इसे मोनेस्ट्राल फास्ट
ब्लू वी० एस०के नामसे पुकारा जाता है।



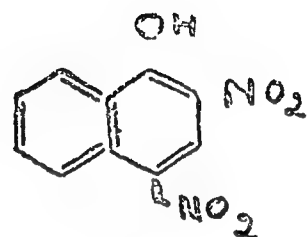
मोनेस्ट्राल फास्ट ब्लू वी० एस०

धातुरहित वर्णक भूरापन लिये हुए हरे होते हैं। ताम्रसहित वर्णक गहरे भूरे होते हैं।
ताम्रसहित वर्णकमें जब हाइड्रोजनके बदले पन्द्रहसे सोलह क्लोरिन प्रस्थापित किये जाते हैं तो
हरा वर्णक प्राप्त होता है। सामान्यतः ये वर्णक अविलेय होते हैं, परन्तु उनमें दो हाइड्रोजनके
बदले सल्फोनिक समूह ($-\text{SO}_3\text{H}$)का प्रवेशन करनेसे जो हरा वर्णक मिलता है वह विलेय होता
है। येल्लोसायनिनके विभिन्न उपयोग किये जाते हैं। शोभायमान एनेमल, परिसज्जाएँ (finishes),
लिनोलियम, प्लास्टिक, मुद्रणकी स्याहियाँ, भित्तिपत्र (wall-paper), रबरकी चीजों आदिमें
इन वर्णकोका उपयोग किया जाता है।

समूह	समूहके सूत्र	उदाहरण
नाइट्रोसो समूह	$-\text{NO}$ (अथवा $=\text{NOH}$)	डाइनाइट्रोसो रिसोर्सिनोल

नाइट्रो समूह

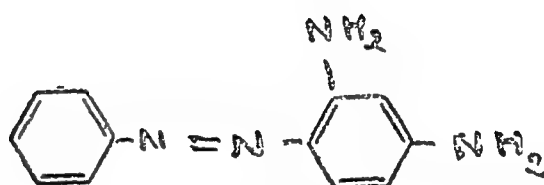
$-\text{NO}_2$ (अथवा $=\text{NO OH}$)



मार्शियस यलो

ऐजो समूह

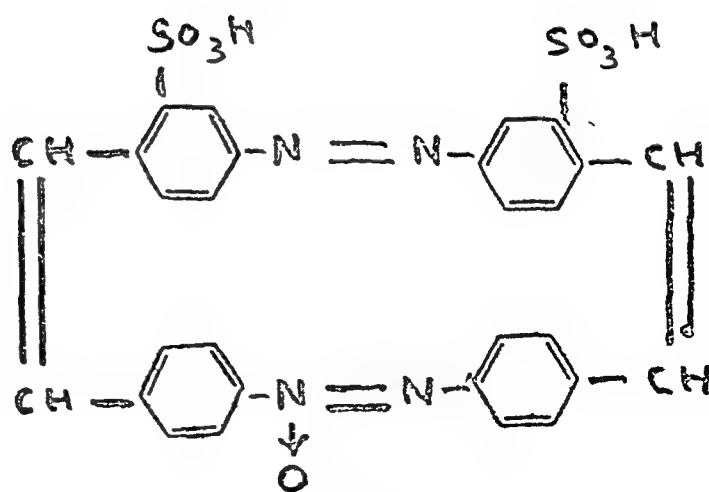
$-\text{N}=\text{N}-$



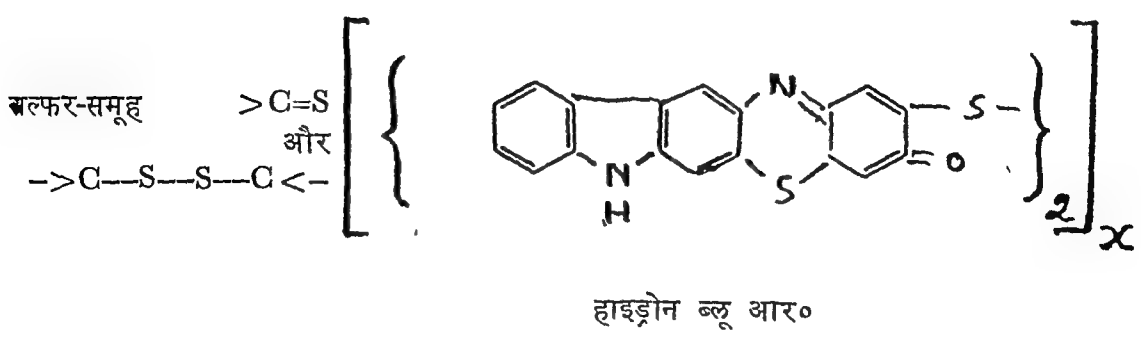
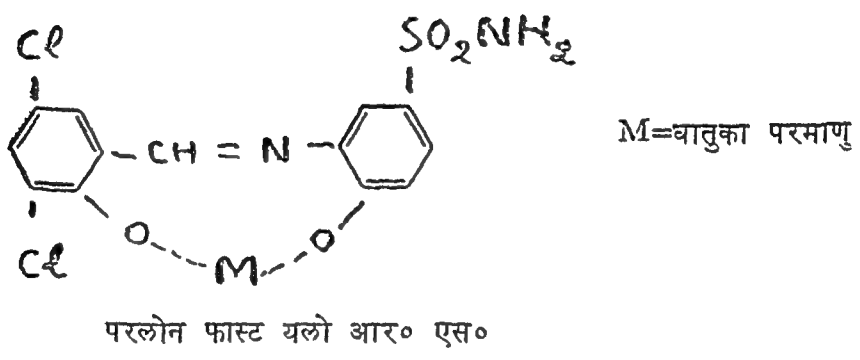
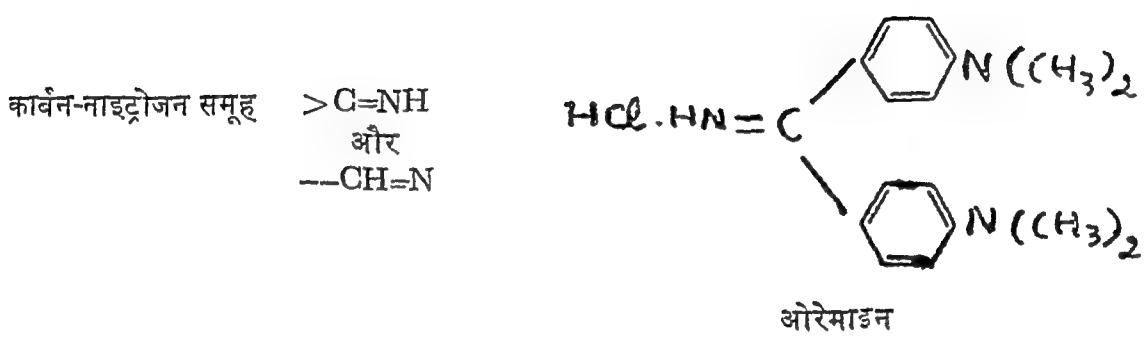
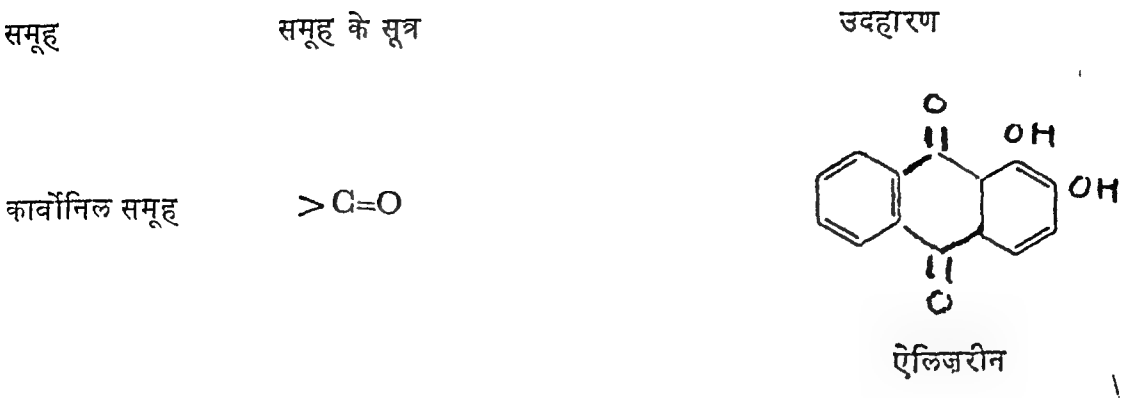
एनिलिन यलो

एथिलिन समूह

$>\text{C}=\text{C}<$



सन यलो



१५ : संहिलष्ट औषधियाँ

आधुनिक भेषज (औषध pharmaceutical) रसायनकी महान कल्याणकारी उपलब्धियाँ कोई चमत्कार नहीं, विगत सात दशाब्दियोंमें चिकित्सको और भेषजविदो (pharmacologist) के सहयोगसे रसायनविदो द्वारा किये गए अनुसन्धानो-अन्वेषणोका परिणाम है। भेषज-रसायनसे सम्बद्ध इतिहासके कुछ सुप्रसिद्ध व्यक्तियों और उनके महत्त्वपूर्ण योगदानके सम्बन्धमें 'स्वास्थ्य-दर्शन'में लिखा जा चुका है। यहाँ भेषज-रसायनके जाज्वल्यमान विकासका समग्र चित्र प्रस्तुत करनेका सीमित प्रयत्न किया जा रहा है।

रसायनविदोने दवाइयोंके क्षेत्रमें कार्य आरम्भ किया उसके पहले चिकित्सा-विज्ञान विकसित तो हो ही चुका था। यह विकास मुख्यतः अनुभव पर आधारित था। वानस्पतिक, प्राणिज और कतिपय खनिज पदार्थोंको दवाइयोंके रूपमें मान्य किया जा चुका था। यह ज्ञान परम्परागत था। विभिन्न वैद्य या डाक्टर बार-बार आजमाकर किसी वनस्पति या खनिज पदार्थके औषधीय गुण खोज निकालते थे। लेकिन यह सारा विकास 'प्रयास करो और भूले वहाँसे फिर गिनो' की भूलने-सुधारनेकी पद्धतिके आधार पर हुआ था। बरसों-बरसके अनुभवके बाद यह स्थिर हो पाया था कि अमुक प्रकारके रोगमें अमुक उपाय या औषधि कारगर है। लेकिन औषधिके रूपमें प्रयुक्त होने-वाली वानस्पतिक, प्राणिज अथवा खनिज वस्तुएँ रासायनिक दृष्टिसे नितान्त शुद्ध पदार्थ नहीं होती थी। शीतज्वरमें सिनकोनावृक्षकी छालका उपयोग किया जाता था, परन्तु उस छालमें कई पदार्थ थे। लोग उसके चूर्ण अथवा काढ़ेका उपयोगकर मलेरिया बुखारको दूर किया करते थे। रसायनविदोने जब औषधीय क्षेत्रमें कार्यारम्भ किया तो यही परिस्थिति थी। तब उनके लिए यह खोज करना आवश्यक हो गया कि सिनकोना वृक्षकी छालमें पाये जानेवाले अनेक पदार्थोंमेंसे कौन-सा पदार्थ मलेरिया बुखार मिटानेका औषधीय गुण रखता है और कौनसे पदार्थ फालतू है। मतलब यह कि भिन्न-भिन्न रोगोंको मिटानेवाली विभिन्न वस्तुओंमें औषधीय सत्त्व अथवा सक्रिय अवयव (active principle) क्या है, इसका पता लगाना आवश्यक समझा गया और इस बारेमें ज्ञान प्राप्त करनेकी उत्सुकता पैदा हुई। उनकी इस उत्सुकता और तज्जन्य लगनके परिणामस्वरूप भेषज-विज्ञानने दूसरे चरणमें प्रवेश किया। उस दौरमें उन्होंने ज्ञात औषधियोंमें विद्यमान शुद्ध औषधीय सत्त्वको अन्य फालतू पदार्थोंसे पृथक् करनेकी विधियाँ खोजी। उदाहरणके लिए, अफीमके ऐलकालायडोसे सेटर्नरने १८१६ ई०में मॉर्फिनका पृथक्करण किया, १८८७ ई०में नगार्ईने एफेड्रा वल्गारिससे एफेड्रिनको पृथक् किया और सिनकोनाकी छालसे १८२० ई०में पेलेशिये और क्वेण्टोने कुनैनको अलग किया। भेषज सग्रह (फार्माकोपिया) में प्रयुक्त (सकलित) पदार्थोंके उत्तरोत्तर शुद्ध औषधीय सत्त्वोंका पृथक्करण करनेके काममें रसायनविद, जुट गए और

डाक्टर अन्वेषक उन सत्त्वोंकी सीधी आजमाइश करके उम-उम औषधोंकी निश्चित (नहीं-मही) मात्रा निर्धारित करनेमें लग गए।

सबसे पहले तो औषधीय सत्त्वोंके रूपमें पृथक् किये गए पदार्थोंके विशुद्ध नमूने लेकर उनमें कार्बन, हाइड्रोजन, आक्सीजन, नाइट्रोजन आदि मूलतत्त्वोंके अनुमानका निश्चय करनेके लिए उनका प्राथमिक विश्लेषण करना पड़ता है। इसमें मूलतत्त्वोंके परमाणुभारके आधार पर पारस्परिक मूलतत्त्वोंका अनुपात निश्चित किया जाता है और उन अनुपातकी सहायतासे मूलानुपाती सूत्र (empirical formula) तय किया जा सकता है। उनके बाद अणुभार-सम्बन्धी प्रयोगोंके द्वारा अणुभार निकालकर उनका अणुसूत्र निश्चित किया जाता है। इस प्रारम्भिक विश्लेषणके साथ-साथ यह भी मालूम करना पड़ता है कि उन सत्त्वोंमें क्रियाशील परमाणु समूह कौन-से और कितने-कितने हैं। फिर यह भी पता लगाना पड़ता है कि उनमें आक्सीजन-युक्त समूहोंमेंसे हाइड्रोक्सिल ($-OH$) मेथोक्सी ($-OCH_3$), कार्बोक्सिल ($-COOH$) एस्टर ($-COOR$) आदि सन्तुष्ट हैं या नहीं और यदि हैं तो उनकी अलग-अलग संख्या क्या है। नमी प्रकारके ऐलकालायडोंमें नाइट्रोजनकी उपस्थिति रहती ही है, इसलिए वह नाइट्रोजन वलय (ring) में है या मुक्त समूहोंके रूपमें, इस बातका पता भी लगाना पड़ता है। फिर ऐलकालायडोंमें वलय प्रणालीका स्वरूप भी मालूम करना पड़ता है। इसमें पता चल जाएगा कि इस विश्लेषणका तीसरा चरण औषधीय सत्त्वोंकी संरचनाका पता लगाना कितना श्रमनाथ्य होता है। दवाओंकी तरह इस्तेमाल किये जाने वाले अनेक ऐलकालायडों, विटामिनों और हार्मोनोकी संरचना-सम्बन्धी सही-सही जानकारी प्राप्त करनेमें कई रसायनविदोंको बरसों अपना पसीना बहाना पड़ा है।

चौथे चरणमें रसायनविदोंने ज्ञात संरचनावाले सक्रिय अवयवोंके संश्लेषणका कार्य अपने हाथमें लिया। यह काम विश्लेषणमें कहीं कठिन था। यद्यपि सादे कार्बनिक पदार्थोंके संश्लेषणकी



रावर्ट वर्न्स वुडवर्ड
(जन्म १९१७)

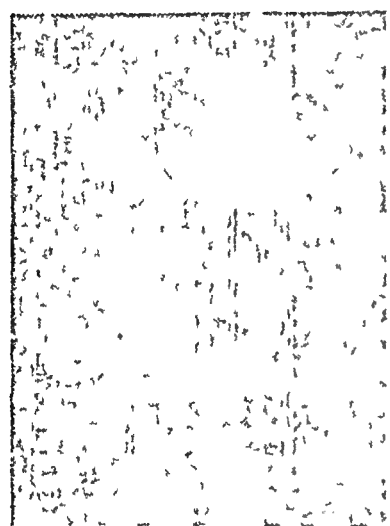
डब्ल्यू० फान ई० डोरिंगके सहयोगमें १९४४में कुनैनका संश्लेषण, १९५१में सहकार्यकर्ताओंकी मददमें सम्पूर्ण सन्तृप्त स्टेरोइडका संश्लेषण, १९५९में सहकर्मियोंके सहयोगमें स्ट्रिक नाइन (कुचलेके ऐलकालायड)का संश्लेषण, रिसर्पिन (मर्प-गन्धाले औषधीय सत्त्व) का संश्लेषण जार एफ० फिजर एण्ड कम्पनीके रसायनज्ञोंके सहयोगमें टेट्रासाइक्लिनका और १९६०में क्लोरोफिलका संश्लेषण किया। इसके अतिरिक्त सहकर्मियोंके सहयोगसे लेनोस्टेरोल और कोल्चिमाइनका संश्लेषण भी किया। १९६५में इन महती सफलताओंके लिए नोबेल पुरस्कार प्रदान किया गया।

विधि तो रसायनविद ईजाद कर चुके थे, परन्तु कुनैन-जैसे पदार्थका संश्लेषण कर पाना बहुत मुश्किल था। डब्ल्यू० एच० पर्किनने एलाइल टोल्याडिनसे कुनैन बनानेका प्रयत्न किया था, जिसमें वह असफल

हुआ, परन्तु जिसके परिणामस्वरूप कृत्रिम रजकोंका उद्योग स्थापित हो सका (देखिए अध्याय १४ रंग और वर्णक)। नुनैनका पूर्ण संश्लेषण तो टेथ १९४१ ई०में ब्रिटिश और जर्मनो हाथों हुआ।

प्रकृतिसे प्राप्त होनेवाले सत्रिय अवयवोंका दवाइयोंमें उपयोग होता था परन्तु १९वीं सताब्दीके अन्तिम दो दशकोंमें प्रकृतिमें सर्वथा अप्राप्य कुछ पदार्थोंका संश्लेषण किया जा सका। १८८३ ई०में नोरते ज्वरापहारी एटिपाडरिन १८८८ ई०में वायन और नास्टने निद्राणक सल्फोनर और १८९९ ई०में ड्रेमरने पीडापहारी एम्पिरिन बनाये। उनके निवा उपर्युक्त दो दवाइयोंमें और भी बहुतसे पदार्थ रासायनिक प्रयोगशालाओंमें संश्लेषणके द्वारा बनाये गए।

किसी कोशिकाके आन्तरिक भागोंको देखने, जानने और समझनेके लिए उन भागोंको रंगना पड़ता है। मिथिलिन ब्लू, गेजेनिटिन, इओसिन आदि रजकोंका इस काममें उपयोग किया जाता है। कुछ रजक कोशिकाके केन्द्रीय भागको तो कुछ उनके बाह्यभागको रंगते हैं। इन प्रकार भिन्न-भिन्न रजकोंकी कोशिकाके किसी एक भागके प्रति अभिसूचकता होती है और दूसरे भागके प्रति विमुखता। इस परसे डॉ० एर्हलिकने मनम यह प्रश्न उठा कि रंगीन पदार्थोंका यह गुण क्या रंगहीन पदार्थोंमें भी नहीं हो सकता? रंगहीन होनेसे कारण उन पदार्थोंको सूक्ष्मदर्शीमें सहे ही न देना जा सके, परन्तु नालिकाके विविध अंगोंमें उनका वर्णात्मक (selective) प्रकीर्णन तो होगा ही। इसी तरह तभीर अथवा रंगने अन्तः पृष्ठों हुए जीवाणुकी कोशिकामें रंगहीन पदार्थोंका अदृश्याप्य होना है और वह अवशोषित रंगहीन पदार्थ उन जीवाणुकी दृष्टिमें रोक मानता है या उसे नष्ट भी कर सकता है। इन विचारों परन्वन्व डॉ० एर्हलिकने अनगिनत रंगहीन रसद्रव्य बनाए।



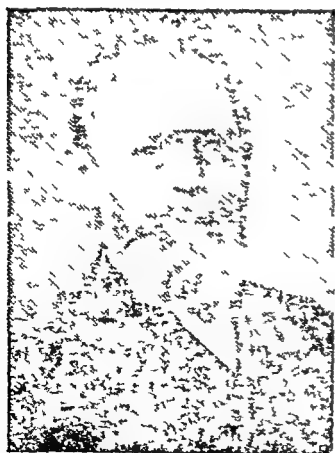
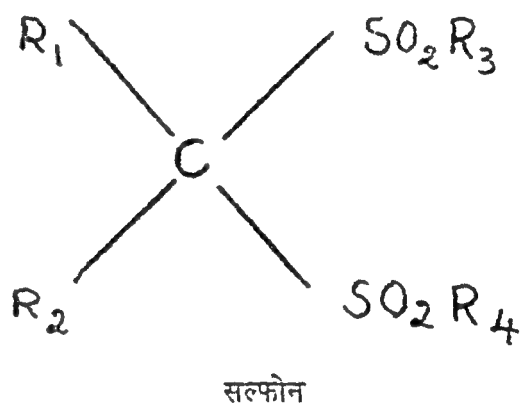
डॉ० पाल एर्हलिक
(१८५४-१९४५)

जाते थे। डॉ० एर्हलिकने सूरियाकी धातु आरसनिद्रा लेकर उसमें रंगहीन आरसेनिक पदार्थोंका र. नई-नई रेणिया बनाई और उनका आण्विक परीक्षण किया और जन्मक प्रभावकार्य जापति प्राप्त नहीं हो गई वे उन पदार्थोंकी संरचनामें असाधारण परिवर्तन करत रहे। अन्तमें ८०६६ प्रयोगों उन्हें सातवसन्त-वर्षी आवधि प्राप्त हुई जो उपद्रवोंके सज्जती समझाया गया है।

न्वयी (chemotherapeutic)। पाचनतन्त्र, श्वसनतन्त्र, रुधिरामिसरणतन्त्र, तन्त्रिकातन्त्र, उत्सर्जनतन्त्र आदि शरीरके तन्त्रोमे अजीवाणुजन्य अथवा जनियन्त्रित कोशिका विभाजनके कारण होनेवाले कैंसर-जैसे रोगोके अतिरिक्त अन्य बीमारियोके उपचारके लिए इस्तेमाल की जानेवाली औषधियोको पहले वर्गमे रखा जाता है। विभिन्न प्रकारके औषधीय गुणोके अनुसार, इस वर्गकी औषधियोका, उपवर्गोमे विभाजन किया गया है। इन उपवर्गोकी सत्या पचान-पचपनके लगभग हो चुकी है। इनमेसे प्रमुख उपवर्गोकी जानकारी प्राप्त कर ली जाए।

तन्त्रान्वयी औषधियाँ

१८६४ ई० मे वेहरेण्डने अनिद्रा रोगके लिए ब्रोमाइड (पोटेमियम ब्रोमाइड) का उपयोग किया। उसके बाद ओर भी कई पदार्थोका उपयोग किया गया। परन्तु उन दिशामे योजनावद्ध कार्य सल्फोन नामक पदार्थोके उपयोगमे आरम्भ हुआ माना जाता है। वोमन ओर काम्ट नामक दो वैज्ञानिकोने १८८८ ई०मे कई सल्फोन द्रव्य बनाये और उन्हे कुत्तेको खिलाकर उनके निद्रापक गुणोका परीक्षण किया। उन्होने सल्फोनके सामान्य सूत्रमे R_1, R_2, R_3, R_4 के स्थान पर मिथाइल $-CH_3$ ओर इथाइल $-C_2H_5$ रखकर भिन्न-भिन्न पदार्थ बनाए ओर उनका परीक्षण किया। R_1, R_2, R_3 , ओर R_4 , इन चारो स्थानो पर $-C_2H_5$ अणुसमूह प्रस्थापित करनेमे जो पदार्थ बना उसका नाम टेट्रानल रखा गया। R_1 के बदले CH_3 ओर शेष सब स्थानो पर C_2H_5 प्रस्थापित करनेसे जो पदार्थ बना उसे ट्रायोनल नाम दिया गया। R_1 ओर R_2 के स्थान पर $-CH_3$ समूहोको प्रस्थापित कर जो पदार्थ बनाया गया उसका नाम सल्फोनल रखा गया।

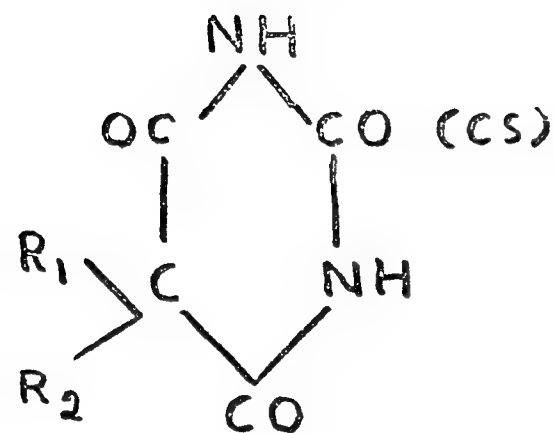


एमिल फिशर
(१८५२-१९१९)

इस प्रकार हमे टेट्रानल, ट्रायोनल ओर सल्फोनल पदार्थ उपलब्ध हुए। प्रत्येकके निद्रापक गुणकी कड़ी जाँच-पड़तालके बाद पाया गया कि टेट्रानल सर्वश्रेष्ठ, ट्रायोनलका स्थान दूसरा ओर सल्फोनलका अन्तिम है। इससे यह बात प्रमाणित हुई कि औषधिकी सरचनासे औषधीय गुण-दोषका सीधा सम्बन्ध है।

नीद लानेवाली दवाइयोमे 'वार्विड्युरेट' भी काफी महत्वपूर्ण है। सबसे पहले १९३० ई०मे फिशर और फोन मेरिंगने वार्बिटाल (वाणिज्य नाम वेरोनाल) नामक औषधिका प्रयोग किया। वार्विड्युरिक अम्लका सामान्यसूत्र बल्यवाला है। इस सरचनामे R_1 और R_2 के स्थानपर भिन्न-भिन्न जातिके समूहोको रखकर भिन्न-भिन्न प्रकारके वार्विड्युरिक अम्ल बनाये गए हैं। दूसरे

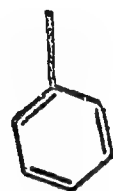
नम्बरके स्थान वाले CO के बदले Cs समूह रखनेमे थायो-बाबिट्युरिक अम्ल बनता है। R_1 और R_2 के स्थान पर मिथाइल ($-\text{CH}_3$), इथाइल ($-\text{C}_2\text{H}_5$), प्रोपाइल ($-\text{C}_3\text{H}_7$)-जैसे अणु समूहोको रखनेसे विविध प्रकारकी कुछ अन्य औषधियाँ प्राप्त हुई है। इनमेसे कुछेकका असर तो इतनी तेजीसे होता है कि मनुष्यको बिस्तर पर लेटनेके बाद ही उन्हे लेनेकी सलाह दी जाती है, अन्यथा खानेके साथ ही नीद आ जानेसे गिरनेका भय रहता है। इन पदार्थोमे निद्रापक गुणोको सुरक्षित रखनेके लिए बाबिट्युरेटकी सरचनासे सम्बन्धित कुछ नियम भी निर्धारित और प्रतिपादित किये गए है। जैसेकि C_5 पर आनेवाले समूहोमे कार्बनकी सख्या कुल मिलाकर आठसे अधिक नही



बाबिट्युरिक अम्ल



साइक्लो हेक्सनिल समूह



फिनाइल समूह

होनी चाहिए, R_1 और R_2 मेसे एक ही स्थान पर वलय समूह होना चाहिए। इससे यह पता चला कि औषधिमे इस प्रकारकी सरचना और उसके निद्रापक गुणमे पारस्परिक सम्बन्ध है।

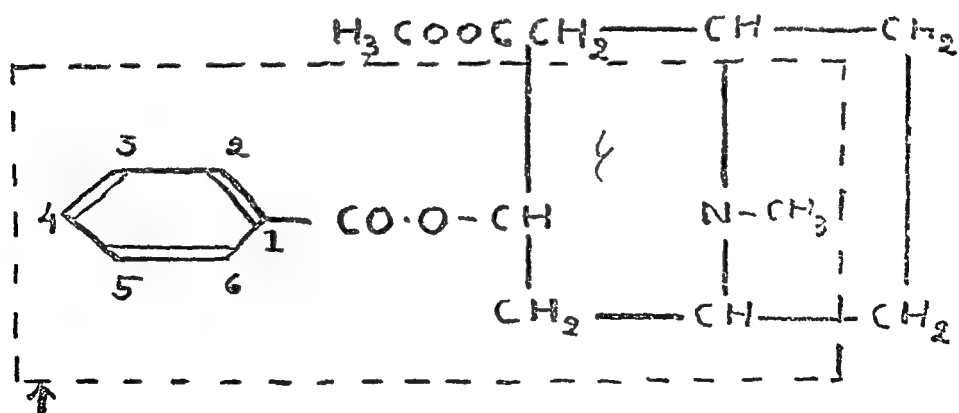
शल्यक्रियाके दौरान रोगीको पीडा न हो इसलिए अफीम, भाग और मद्यार्कवाले पेय देनेकी रीति पुरातनकालसे ज्ञात थी। लेकिन पीडा न हो ऐसे आधुनिक निश्चेतको (anaesthetics) का उदय तो १९वीं सदीमे ही हुआ। १८४२ से १८४७ ई० तकके पाँच वर्षोकी अवधिमे नाइट्रस आक्साइड, डाइइथाइल ईथर और क्लोरोफार्म-जैसे निश्चेतक अस्तित्वमे आये। कोल्टन नामका एक व्याख्यान देनेवाला नाइट्रस आक्साइड (laughing gas)का इंग्लैण्डमे जनसमुदायके समक्ष प्रदर्शन कर रहा था। कूले नामके एक क्लर्कने उस गैसको सूँघा और वह उत्तेजित हो गया। अगली पक्तिमे बैठे हुए एक शक्तिशाली आदमीसे लडनेके लिए वह खम ठोककर कूद पडा। वह आदमी भागा। कूले उसे पकडनेके लिए लपका तो कुर्सीको फाँदते हुए गिर पडा और उसके पाँवमे चोट लग जानेके कारण खून बहने लगा। लेकिन उसे चोट लगनेकी जरा भी पीडा न हुई। यह देखकर वहाँ उपस्थित हारेस वेल्स नामक एक दाँतके डाक्टरने यह सिद्ध किया कि नाइट्रस आक्साइडका उपयोग दन्त चिकित्सामे किया जा सकता है।

प्रो० चार्ल्स टी० जेक्सन (रसायन शिक्षक) और बर्नेल (फार्मासिस्ट-औषधि बनानेवाला) रातमे ताश खेल रहे थे। जलनेवाले दीपमे भूलसे डाइइथाइल ईथर भर दिया गया था। उसके प्रभावके कारण दोनो खेलते-खेलते बेहोश होकर गिर पडे। जब होशमे आये तो ईथरके निश्चेतक गुणका उन्हे पता चला। इस घटनाके आधार पर प्रो० जेक्सनके विद्यार्थी विलियम टी० जी० मोर्टने ईथरका प्रयोग स्वयं अपने ऊपर और घरके कुत्ते, बिल्ली, मुर्गी और चूहे पर कर देखा। १८४६ ई०मे

दाँत निकालते समय रोगीको पीडा न हो, उस दृष्टिसे किया गया ईथरका प्रयोग सफल हुआ।

एडिनबराके सर्जन जेम्स सेम्सनने क्लोरोफार्मका सफल प्रयोग १८४७ ई०में किया। निश्चेतक दो प्रकारके होते हैं। निश्चेतक केन्द्रीय तन्त्रिकातन्त्र (जानतन्त्रा) पर उस सीमातक असर करता है कि मनुष्य बेहोश हो जाता है और उसके स्नायु ढीले पड़ जाते हैं। ऐसी स्थितिमें शल्यक्रिया करनेपर रोगीको पीडाका अनुभव नहीं होता। ऐसी क्रियाशीलतावाले रसायनको 'सामान्य (general-व्यापक) निश्चेतक' कहते हैं। ऊपर बताये गए तीन निश्चेतको अतिशक्तिशाली डाइविनाइल ईथर, साइक्लोप्रोपेन आदि वाष्पशील रसायनक उसी सामान्यवर्गके निश्चेतक हैं, जिन्हें रोगियोंको सुँघाया जाता है। सामान्य निश्चेतक सुँधानेमें पहले रोगीको मॉर्फिन (मार्फिया), एट्रोपिन, स्कोपोलेमाइन, वॉर्टियुरेट आदिकी सुई लगाकर तैयार किया जाता है। अब तो कतिपय शल्यक्रियाओंके लिए रीढ़में दवाइयोंका इंजेक्शन लगाकर रोगीको बेहोश कर दिया जाता है।

दूसरे प्रकारके निश्चेतक 'स्थानीय (local) निश्चेतक' कहलाते हैं। जिन स्थानों पर इनका उपयोग किया जाता है वह स्थान अथवा अंग-विशेष एक निश्चित समयके लिए अमवेदनशील हो जाता है। दूसरे शब्दोंमें कहेंगे कि उस स्थानपर जानतन्त्राओंकी नवेदनशीलता अथवा मवेदन-व्यापार कुछ समयके लिए स्थगित हो जाता है। स्थानीय निश्चेतको विकासका इतिहास बड़ा ही गौरवशाली है। डिरिथ्रोजाइलोन कोकाकी पत्तियोंमें १८६० ई० में कॉलेन ऐन्थ्रैलायडकी खोज की गई। १८८४ ई०में कोलरने कोकेनका दन्त-चिकित्सामें उपयोग किया। कोकेनही निश्चेतक क्रियाशीलताका आकस्मिक ढंगसे पता चला था। डॉ० सिग्मंड फ्रायड और चार्ल्स कोलर मॉर्फिनके स्थानपर अन्य किसी ओपधिकी खोज कर रहे थे। एक बार परीक्षण करते समय कोलरने ओपधे कोकेन गिर पड़ा और यह माना जाता है कि तब उसे कोकेनके निश्चेतक गुणका पता चला। उसके बाद रसायनविदोंने कोकेनकी संरचनामें परिवर्तन कर नई-नई दवाइयाँ बनाईं। १९०० ई०में आइनहोर्नने वेजोकेन और १९०१-४ में प्रोकेन का संश्लेषण किया। आजतक जितने भी संरचनात्मक परिवर्तन हुए हैं वे सब कोकेनके निश्चेतमूलक (anacstheophore) के आसपास किये गए हैं। विभिन्न स्थानीय निश्चेतकोकी संरचनाको ध्यानसे देखनेपर यह स्पष्ट हो जाएगा।



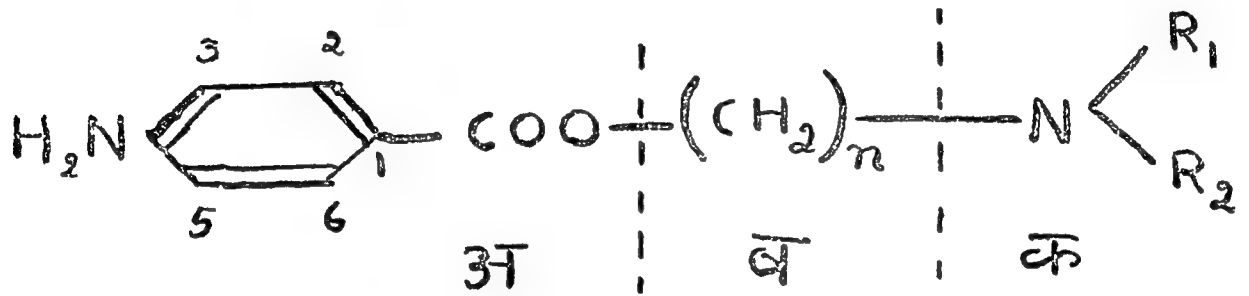
अ
निश्चेतमूलक

ब
कोकेन

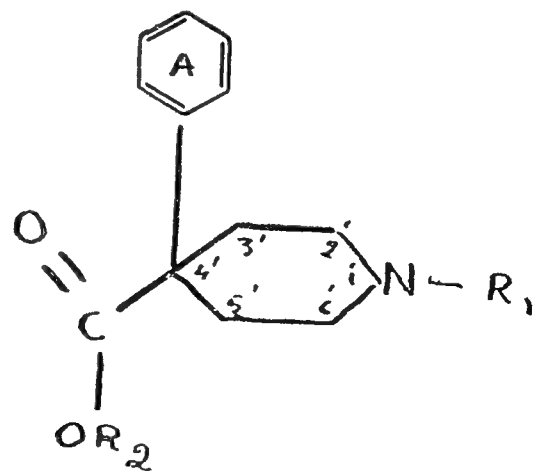
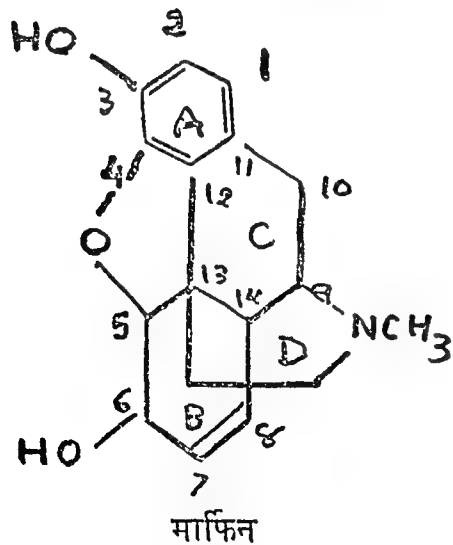
क

इस निश्चेत मूलकमे जो वलय है उसके चौथे स्थान पर एमिनो ($-NH_2$) समूह रखकर दूसरी तरह लिखा जाए तो हमे एक सामान्य सूत्र मिलता है। उसके आधार पर $n=2$ और $R_1=R_2=$ इथाइल समूह रखनेसे प्रोकेन प्राप्त होता है। अ, ब और क विभागोमे कई तरहके परिवर्तन सम्भव है। स्थान २ पर $-OH$ समूह रखा जाए तो आक्सीकेन मिलता है। ब शृंखला मे $-CH_2-$ की सख्या बढ़ाकर या घटाकर, उसे लम्बा या छोटा कर अथवा शाखावाला बनाकर भी परिवर्तन किये जा सकते है। R_1 और R_2 के स्थान पर मिथाइल $-CH_3$, इथाइल $-C_2H_5$, प्रोपाइल C_3H_7 , आदि समूह रख सरचनाको बदलकर कई नये-नये निश्चेतक बनाये गए है। इस प्रकार प्रोकेन वर्ग की कई दवाइयाँ अस्तित्वमे आ चुकी है।

१९४७ ई०मे ऊपरकी सरचनामे थोडा परिवर्तनकर जाइलोकेन नामक एक बहुत ही प्रभावी निश्चेतक बनाया गया। अपने सामान्य समीकरणकी दृष्टिसे इसके चौथे स्थानपर ब्यूटो-किस समूह, दूसरे और छठवे स्थानपर मिथाइल समूह और $-CO_2$ समूहके बदले $-NHCO-$ समूह रखे गए है। इस प्रकार अभी भी अ, ब, क के स्वरूपमे परिवर्तनके प्रयोग किये जा रहे है।



पीडापहारी अथवा शामक (analgesic) औषधियोको भी दो विभागोमे बाँटा जा सकता है। एस्पिरिन, फिनासेटिन, एण्टिपाइरिन आदि अनेक सश्लिष्ट पदार्थोका एक विभाग। मॉर्फिन और उसकी सरचनाके आधार पर सश्लिष्ट पीडापहारियोका दूसरा विभाग। यहाँ हम केवल दूसरे विभागकी ही चर्चा करेगे। अफीमसे प्राप्त होनेवाले लगभग बीस ऐलकालायडोमे मॉर्फिन, कोडिन और विथेन मुख्य है। इन तीनोकी सरचनामे काफी समानता है। मॉर्फिनमे तीसरे



$R_1 = \text{मिथाइल}$
 $R_2 = \text{इथाइल}$ } पेथिडिन

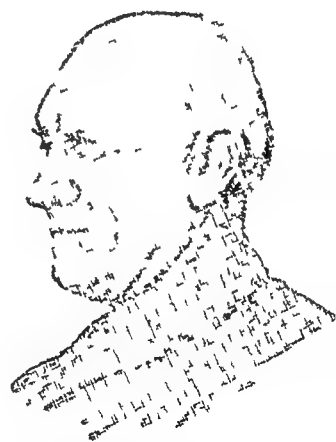
और छोटे स्थानपर मुक्त हाइड्रोक्सिल ($-OH$) समूह होता है। परन्तु कोडिनमें तीमरे स्थान पर मिथोक्सी समूह ($-OCH_3$) होता है। मार्फिनसे नशा चढ़ता है, पीडाका शमन होता है और रोगी स्फूर्तिका अनुभव करता है, कोडिन खास तोरपर खासीको रोकता है।

शुरू-शुरूमें मार्फिनके वलय विन्यासको अधुण्ण बनाये रख जितने समूह-परिवर्तन सम्भव हो सकते थे, वे सब किये गए और इस प्रकार जितने पदार्थ प्राप्त हुए उनमें पीडापहारी गुण अधिक मात्रामे पाये गए। उदाहरणके लिए मेटापॉन मार्फिनमें मवा दो गुनी अधिक सक्रिय औपवि सिद्ध हुई।

उसके बादके प्रयोग तो ओर भी आश्चर्यजनक हैं। मार्फिन वलय-विन्यासके कुछ भागोंको अधुण्ण रख और कुछका खण्डनकर नये सखिल्लिष्ट पदार्थ अन्य रीतिमें प्राप्त किये गए हैं। उदाहरणके लिए, पेथिडिनमें मार्फिनके केवल A ओर D वलय अधुण्ण हैं। पेथिडिनके विन्यासपर कई प्रयोगात्मक परिवर्तन हुए हैं। उसमें A वलयके खाली स्थानोंमें उपयुक्त समूह रखकर अनेक पदार्थ प्राप्त किये गए हैं। परन्तु सक्रियताकी दृष्टिसे सभी पदार्थ पेथिडिनसे निम्नकोटिके अथवा समकक्ष ही सिद्ध हुए हैं। इस श्रेणीमें जब $(-COOR_2)$ के बदले (COR_2) रखा गया तो पेथिडिनमें २० गुना सक्रिय पीडापहारी किटोविमिडोन प्राप्त हुआ। अफीमकी तरह इसका व्यसन लग जानेमें इसे दवाईके रूपमें लेनेकी सलाह नहीं दी जाती। इसके अतिरिक्त $(COOR_2)$ के बदले $(-O COR_2)$ रखकर पीडापहारी प्राप्त करनेका प्रयत्न हुआ है और परिणामस्वरूप पेथिडिनसे पाँच गुना अधिक सक्रिय निसेण्टिल प्राप्त किया गया है। इसमें एक अतिरिक्त मिथाइल-समूह ३' स्थान पर और ४ स्थान पर व्यूटोक्सिस समूह होता है।

हमने यह देखा कि मार्फिनकी संरचनाके केवल एक भागके आधार पर कितने पीडापहारी प्राप्त किये गए। लगभग तेरह-चौदह अन्य भागोंको लेकर पीडापहारियोंके संश्लेषणकी दिशामें

वनस्पति जगत्के ऐलकालायडकी खोजके लिए १९४७ में जिन्हें रसायनका नोबेल पुरस्कार प्रदान किया गया।



सर राबर्ट राबिन्सन
(जन्म १८८६)

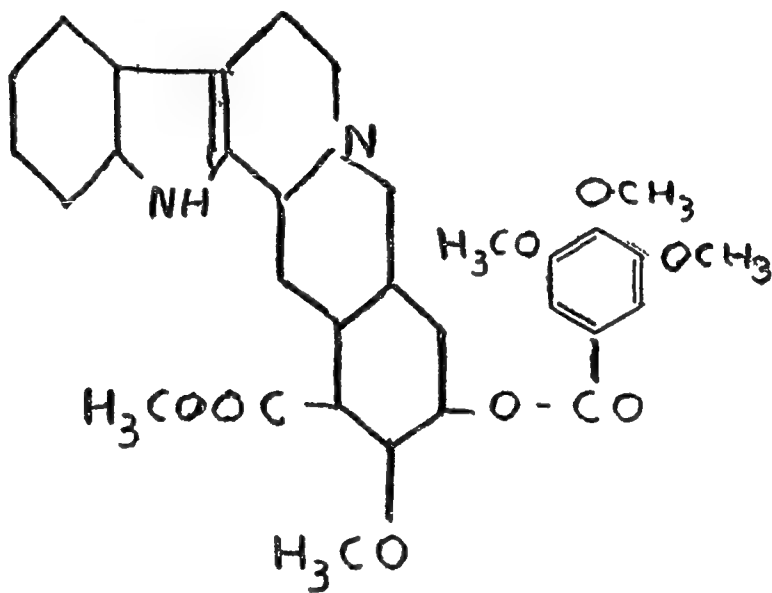
व्यापक रूपसे कार्य हुआ है। इससे यह पता चलता है कि रसायनविदोंकी संश्लेषण-सम्बन्धी गति-विधियाँ योजनाबद्ध और सोद्देश्य होती हैं, परन्तु साथ ही वे समय और श्रमसाध्य भी हैं। फिर

काफी समयतक कठोर परिश्रम करनेके बाद भी सब-के-सब नवनिर्मित पदार्थ उपयोगी सिद्ध नहीं होते। कई बार तो एक भी पदार्थ उपयोगी नहीं होता। केवल रासायनिक पदार्थोंकी नाम वृद्धि-की खाना-पूरी होकर रह जाती है। हाँ, पाँच-पच्चीस वर्ष बाद उसका कोई नया उपयोगी गुण मालूम हुआ तो उस खोजका महत्त्व बढ जाता है।

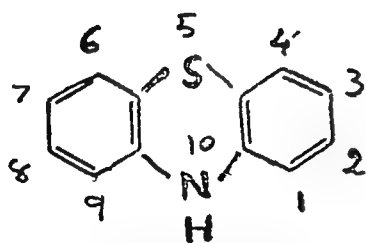
पिछले १५ वर्षोंमे कई प्रशामक (tranquilliser) प्रकाशमे आये है। विशेष रूपसे इनका उपयोग मनोरोगियोपर किया जाता है। प्रशामकके प्रभावसे रोगीका चित्त शान्त होता है, उसकी घबराहट और उत्तेजना मिटती है। इन दवाइयोसे रोगीको शान्ति मिलती है, परन्तु नशा नहीं आता। सर्पगन्धासे प्राप्त किया जानेवाला एक ऐलकालायड रेसर्पिन है, जो प्राकृतिक प्रशामक है। सर्पगन्धाका यह गुण हमारे वैद्योको पुरातन कालसे ज्ञात था और इसीलिए सर्पगन्धाका नाम ही 'पागलकी दवा' प्रसिद्ध हो गया। १९३२ ई०मे सेन और बोसने यह घोषणाकी कि सर्प-गन्धाकी जड रक्तचापको कम करती और उत्तेजनाको मिटाती है। १९४१ ई०मे कर्नल चोपडा



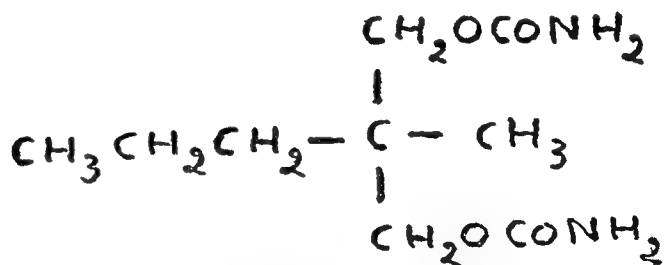
डा० आर० ए० हुकीम



रेसर्पिन



फिनोथायाजिन

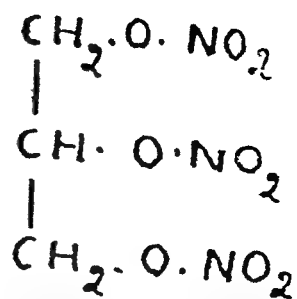


डक्वानिल

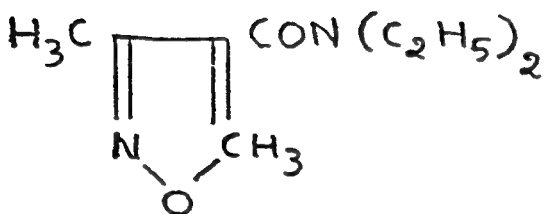
और उनके सहकर्मियोने सर्पगन्धाके औषधीय गुणोका पता लगाया। १९४३ ई०मे सीवा कम्पनीने सर्पगन्धापर अनुसन्धान किया। १९५२ मे सीवा कम्पनीके अन्वेषकोने राबोल्फीया सर्पेण्टिना (सर्प-



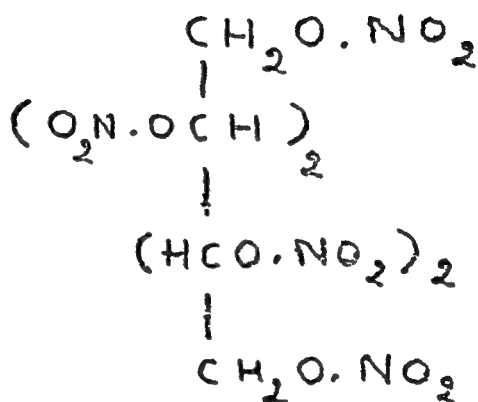
कार्डियोजोल



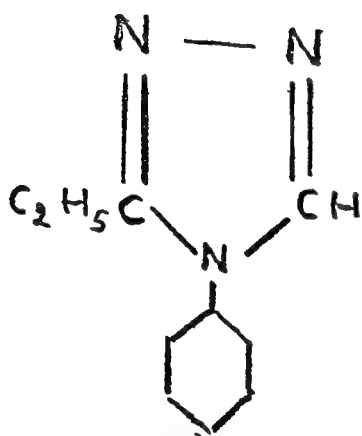
ग्लिमरिल ट्राइनाइट्रेट



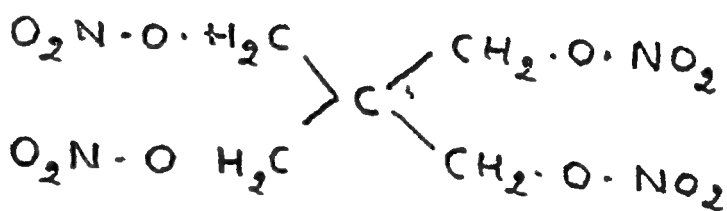
साइक्लिटोन



मेनिटाल हेक्मानाइट्रेट



एजोमान



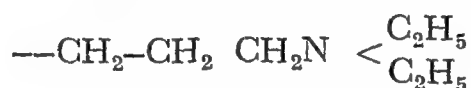
पेण्टाडरिथिटोल टेट्रानाइट्रेट



कोरेमाइन

गन्धा)की जडसे औषधीय सत्त्व अथवा सक्रिय अवयव रेसर्पिनको पृथक् किया। और बादके चार वर्षोंमें स्विटलर, बर्जर, राबिन्सन, कारेर, वुडवर्ड आदिके अथक प्रयत्नों और सहयोगके परिणामस्वरूप रेसर्पिनकी संरचना और संश्लेषणमें सफलता प्राप्त हुई। १९५३ में अहमदाबादके डॉ० आर० ए० हकीमने रेसर्पिनका मनोभ्रंशके रोगियोंपर सफलतापूर्वक उपयोग किया, जिसके बहुत अच्छे परिणाम निकले। इस सम्बन्धमें उन्होंने अपने जो अनुसन्धान प्रकाशित किये उसपर उन्हें स्वर्णपदक प्रदान किया गया। रेसर्पिनमें रक्तचापको कम करनेकी क्षमता भी है। रसायनविद फौरन इस प्राकृतिक प्रशामक जितने अथवा इससे अधिक सक्रियतावाले पदार्थका संश्लेषण करनेमें लग गए। १९५६ ई० में मिलर और विनवर्गने रेसर्पिनकी संरचनामें खंडित रेखाओंसे दिखाये गए भागकी ओर ध्यान दिया, और उन्होंने पाया कि इस भागसे संयोजित होनेवाले सादे तृतीयक एमाइनोमें कुछ अंगोंमें रेसर्पिन जैसे प्रशामक गुण हैं।

प्रशामकके रूपमें इस्तेमालकी जानेवाली दवाइयाँ एक भिन्न ही श्रेणीसे निकली हैं। वालेस लेवोरेटरी, न्यू ब्रुक्सविक, न्यूजर्सीने सबसे पहले मेप्रोवेमेट (equanil) का संश्लेषण किया और वह शीघ्र ही दैनन्दिन जीवनमें लोकप्रिय हो गई। सबसे अधिक प्रभावी प्रशामक क्लोरप्रोमेजिन है। इसमें सर्वथा नये प्रकारका वलय होता है, जिसे फिनोथायलिन वलय कहते हैं। इसमें वेनजिनके दो वलयोंको नाइट्रोजन और गन्धकके परमाणु सेतु बनाकर जोड़ते हैं। इस वलयके स्थान २ पर



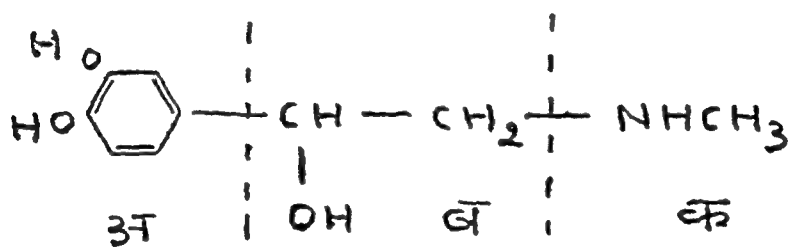
क्लोरिन और दसवें स्थानपर नाइट्रोजनसे चिपके हुए हाइड्रोजनके बदले समूह लगा हो तो क्लोरप्रोमेजिन प्राप्त होता है। फिनोथायलिन वलय इस अर्थमें महत्वपूर्ण है कि उसके आसपास अन्य वर्गकी औषधियाँ, जैसेकि हिस्टामिनरोधी, कृमिनाशक प्राप्त की जा सकती हैं। वलयके ऊपरके नाइट्रोजनपर भिन्न-भिन्न शृंखला लगानेसे उसकी सक्रियतामें परिवर्तन किया जा सकता है।

प्रशामकोंकी चर्चा करते हुए 'निर्मूलभ्रम' अथवा 'विभ्रम' (hallucination) पैदा करनेवाली औषधियोंका जिक्र भी कर लिया जाए। कई बार मनुष्यको विभ्रम हो जाता है, अर्थात् गलत आभास होने लगता है। मनोभ्रंश अथवा विभक्त मनस्कता (schizophrenia) जैसे मनो-मानसिक-रोगमें विभ्रम होनेकी काफी गुंजाइश है। इस रोगमें विचारों, मनोभावों और कार्यमें कोई तालमेल नहीं रह जाता। भाँग या उससे मिलता-जुलता पेय पीनेपर चित्तकी जैसी विभ्रमित अवस्था हो जाती है वैसे ही अनुभव अथवा चित्तभ्रम (भ्रान्ति) कुछ औषधियाँ खाने पर भी होता है। इस प्रकारकी औषधियोंको विभ्रामक (hallucinogenic) कहते हैं। इनमेंसे कुछकी संरचना निश्चित की जा सकती है।

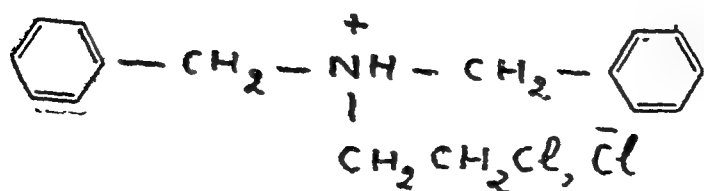
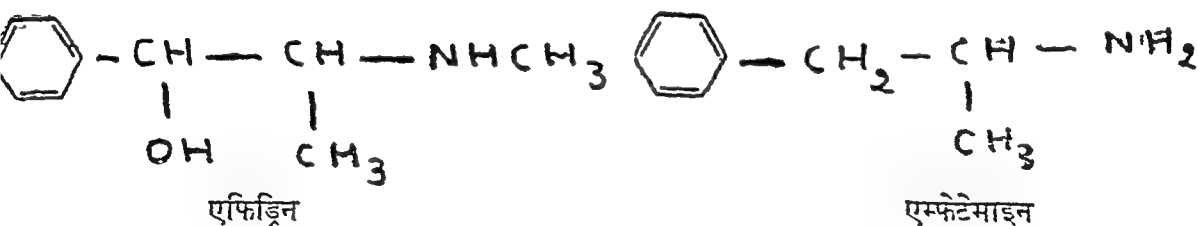
मस्केलिनमें रेसर्पिनका अंश खंडित रेखावाला भाग और अन्य पदार्थोंमें इण्डोल-वलय विद्यमान रहता है। इण्डोल-वलयवाले रसायनक (रस-द्रव्य) मनोवृत्तियोंकी क्रिया-प्रतिक्रियामें महत्वपूर्ण कार्य करते हैं। अर्गट ऐलकालॉयडमें जो लाइसर्जिक अम्ल होता है उसका डाइथाइल-एमाइड विभ्रामककी तरह इस्तेमाल किया जाता है।

हृदयको शक्ति देनेवाली उत्तेजक (सजीवक या गतिवर्द्धक—*analeptic*) व्यापक उपयोगकी दृष्टिसे वार्क्टुरेट और मार्फिन जैसी नगीली दवाइयोंका असर भी कम करते हैं।

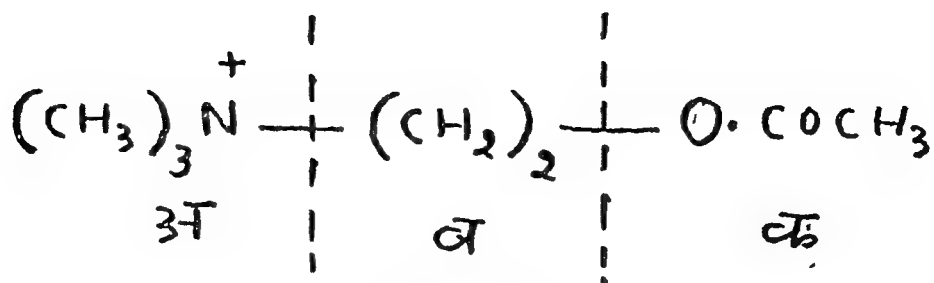
हृदय और रधिराभिसरणके सन्दर्भमे कुछ और औषधियोंकी चर्चा कर दी जाए। रधिराभिसरणतन्त्रमे हृदय और रक्तवाहिनीकी भिन्न-भिन्न प्रकारकी बीमारियाँ होती हैं और उनके लिए अलग-अलग दवाइयाँ उपलब्ध हैं। यहाँ तो हम केवल उन्हीं औषधियोंका उल्लेख करेंगे जो हृदयके स्नायुओपर सीधा असर करती हैं। डिजेटेलिम, मिटला और स्टोपेन्यम वर्गके ऐल्कालायड, टोड-विष, खेलिन और विमनागिन, स्टैरायड ऐल्कालायड आदि प्राकृतिक स्रोतसे प्राप्त होनेवाली औषधियाँ हैं। सग्लिष्ट औषधियोंमे ग्लिमरिल ट्राइनाइट्रेट, पेन्टा इरिथ्रिटोल टेट्रानाइट्रेट और मेनिटाल हेक्सानाइट्रेट महत्त्वपूर्ण हैं। ये नाइट्रेट महाघमनीके विस्तारककी तरह काम करते हैं और एजाइना पेक्टोरिस हृदयगूलकी पीड़ाको कम करते हैं। आश्चर्यकी बात तो यह है कि जो ट्राइनाइट्रोग्लिसरिन यहाँ पीड़ाहारक है वही अन्यत्र विस्फोटक भी है (देखिए अध्याय ६ विस्फोटक पदार्थ पृष्ठ ९९)।



एडिनलिन

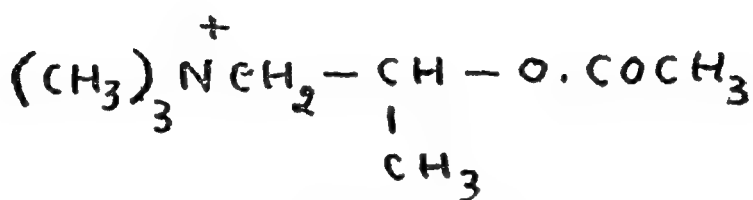


डाइवेनामिन

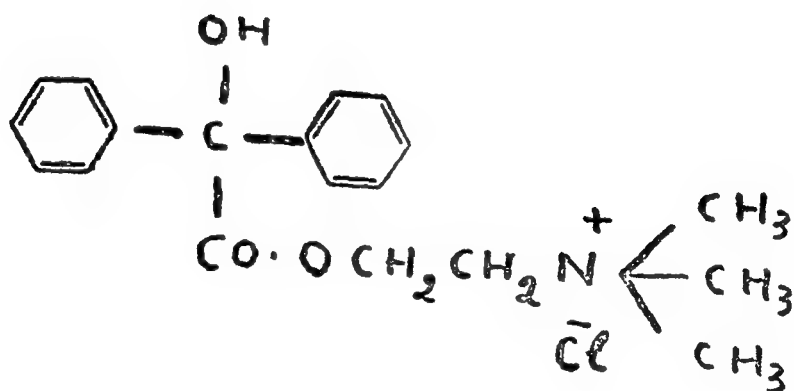


एसिटिल कोलिन

स्वायत्त तन्त्रिकातन्त्र (autonomic nervous system) पर असर करनेवाली औषधियाँ एक भिन्न उपवर्गमें विभाजित की गई हैं—एड्रिनलिनधर्मी, एड्रिनलिन क्रियाविरोधी, कोलिनधर्मी, कोलिन क्रियाविरोधी, हिस्टामिनरोधी आदि। स्वायत्त तन्त्रिका तन्त्रके संचालनमें एड्रिनलिन और एसिटिल कोलिन हारमोन प्रमुख भूमिका निभाते पाये गए हैं। रसायनविदोंने अब ऐसी औषधियोंका सश्लेषण कर लिया है जो हारमोन-जैसी सक्रिय और हारमोन-क्रियाशीलताकी अवरोधक भी हैं।

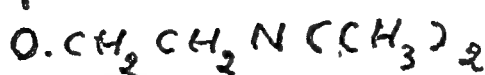
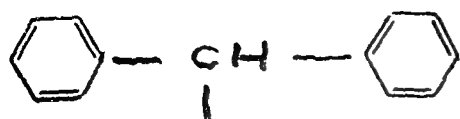


मेथाकोलिन क्लोराइड

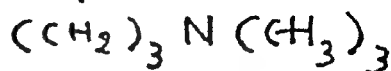
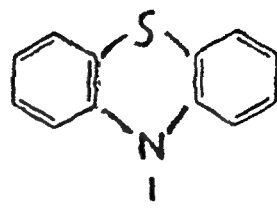


लॉकेसिन

हिस्टामिन एक विषम-चक्रीय एमाइन है और शरीरमें प्रोटीनके साथ सयुक्त स्थितिमें रहता है। जब वह शरीरके अन्दर मुक्त अवस्थामें आ जाता है तो एक प्रकारका विकार पैदा होता है, जिसे 'एलर्जी' कहते हैं। एलर्जी वैसे तो कई कारणोंसे होती है, लेकिन हिस्टामिनके कारण हुई हो तो उसे मिटानेके लिए खास प्रकारकी दवाइयाँ दी जाती हैं। इनमें रसायनविदों द्वारा सज्जित वेनाड्रिल और फेनर्गन-जैसी दवाइयाँ प्रमुख हैं। इस प्रकारकी औषधियोंको एंटी-एलर्जिक अथवा प्रति-एलर्जिक कहते हैं।



वेनाज़िल

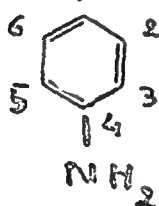
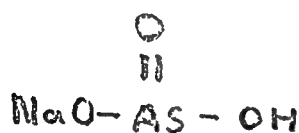


फेनर्गन

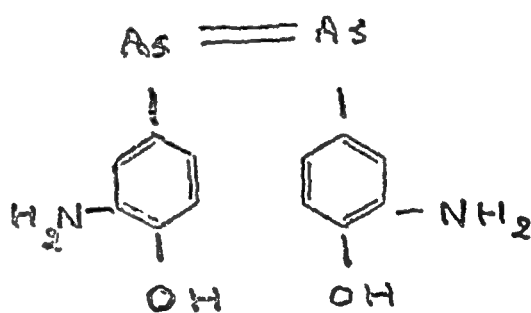
अभी तक हम कुछ तन्त्रान्वयी औषधियोंका विवेचन करते रहे, अब चिकित्सामे रसायनी औषधियोंकी चर्चा की जाएगी।

रसायनी चिकित्सान्वयी (Chemotherapeutic) औषधियाँ

डॉ० एर्हलिक ट्राइप्नोसोम नामक विषाणुओपर ऐंजो वर्गके ट्रिपन रेड रंगका प्रयोग कर रहे थे। उन्ही दिनो अफ्रीकामे होनेवाले निद्रालुरोग (sleeping sickness) पर एटोक्सिमल नामकी सखिया-युक्त दवाईका प्रयोग किया गया। उससे डॉ० एर्हलिकके मनमे यह विचार जाग्रत हुआ कि यदि इस औषधिकी सरचनामे परिवर्तन कर दिया जाए तो सम्भवत मक्षम औषधि उपलब्ध हो जाए। इस विचारने उन्हे अनेक रासायनिक पदार्थोंके सश्लेषणकी प्रेरणा प्रदान की। उन्होने जिन पदार्थोंको सश्लिष्ट किया उनमेसे कुछ उपदग तथा ट्राइप्नोसोम जीवाणुओसे होनेवाले रोगोको रोकनेवाले साबित हुए, यद्यपि उपदगके अकसीर इलाजके लिए उन्हे सश्लेषणके प्रयोगो-



एटोक्सिमल



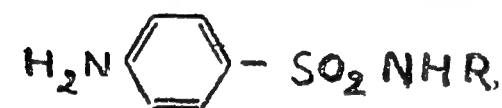
साल्वर्सन

को जारी रखना पडा, जब तक कि '६०६' के नामसे प्रसिद्ध 'साल्वर्सन' प्राप्त न हो गया। साल्वर्सनकी सरचनामे नाम-मात्रके परिवर्तनसे उससे भी श्रेष्ठ नियोसाल्वर्सन नामक औषधि उपलब्ध हुई। इस प्रकार सखियावाले पदार्थोंके सश्लेषणका विपुल विकास हुआ।

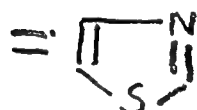
ट्रिपन रेडने चूहेके पेटमे विद्यमान ट्राइप्नोसोमका अवश्य प्रतिरोध किया, परन्तु वह सभी प्रकारके ट्राइप्नोसोमपर प्रभावी सिद्ध न हुआ। काफी अन्वेषण-अनुसन्धानके बाद १९४२ ई०मे फोर्नी सुरेमाइन-श्रेणीका पता लगा पाया। इस श्रेणीमे यूरिया समूह था। इस समूहके बदले नये

अणुसमूह NH_2 जोड़नेसे डाइएमिडिन वर्गकी औषधियाँ बनाई जा सकी। इसके अतिरिक्त विनो-लिनवाली औषधियाँ भी खोजी गई। इस वर्गमें एक उल्लेखनीय घटना देखनेको मिली। सक्रियता प्रदर्शित करनेके लिए अणुमें सममिति (symmetry) होनी चाहिए और साथ ही अन्तिम समूह भारी होना चाहिए। फिर यह भी पता चला कि सममित औषधियाँ खास प्रकारकी बीमारियोंको और असममित औषधियाँ दूसरे प्रकारकी (ट्राइफ्लोरोसोमसे पैदा होनेवाली) बीमारियोंको अच्छा करनेमें प्रभावी होती हैं। इससे यह तथ्य ज्ञात हुआ कि अणुकी दिग्विस्था और औषधीय गुणमें काफी-कुछ सम्बन्ध रहता है।

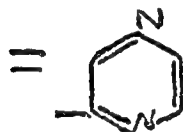
असममित पदार्थोंमें अणुओंकी दिग्विस्था विशिष्ट प्रकारकी होती है। उनके विलयनमेंसे प्रकाश पारित किया जाए तो प्रकाश-किरणें बाईं अथवा दाईं ओर मुड़ जाती हैं। इसलिए इस तरहके पदार्थोंको प्रकाश सक्रिय (optically active) कहते हैं। इनके अणुकी दिग्विस्था वामवर्ती और दक्षिणवर्ती, दोनों ही प्रकारकी होती है। यो ऊपरसे देखनेपर तो इनकी दिग्विस्था एक-जैसी ही प्रतीत होती है, परन्तु व्यक्ति और काँचमें दिखाई देते उसके प्रतिबिम्बमें पाये जाने



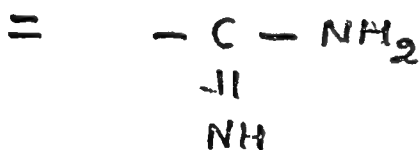
सल्फापिरिडिन



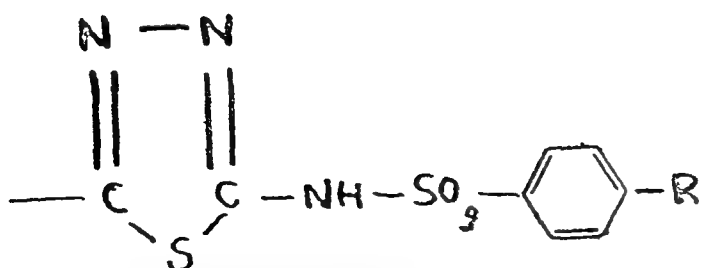
सल्फाथायोजोल



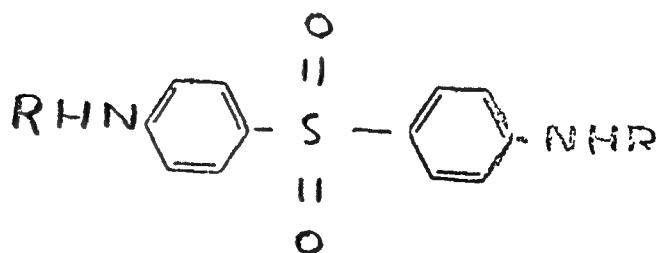
सल्फाडायाजिन



सल्फाग्वानेडिन

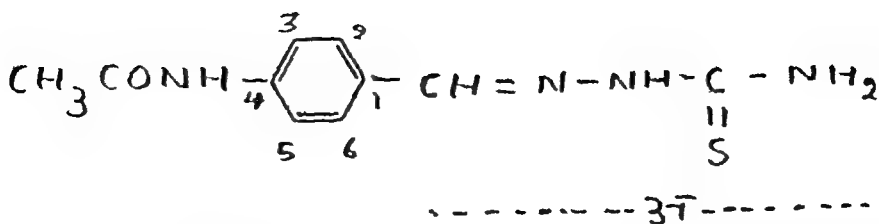


सल्फाथायाडायाजोल



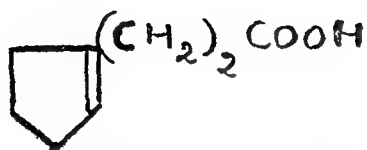
सल्फोन

संश्लिष्ट औषधियाँ • २१७



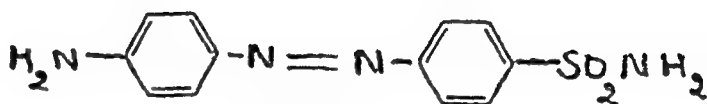
टिवियोन

पैराएमिनो सेलिमिलिक अम्ल



$n=10$ हिड्नोकार्पिक अम्ल

$n=12$ गालमगरिक अम्ल



प्रोन्टोसिल

वाले अन्तरकी तरह बाई बाजू दाहिनी ओर दिखाई देती है। वामवर्ती पदार्थ गरीरके अन्दरके कुछ जीवाणुओका नाश कर सकते हैं, परन्तु दक्षिणवर्ती उनपर कोई भी प्रभाव नहीं डालते। वामवर्ती एड्रिनलिन और दक्षिणवर्ती एड्रिनलिन दोनों रासायनिक दृष्टिसे एक ही पदार्थ हैं, परन्तु सरचना बाई और दाहिनी होनेके कारण उन्हें भिन्न समझा जाता है। वामवर्ती एड्रिनलिन मानव-शरीरमे ओषधीय दृष्टिसे उल्लेखनीय कार्य करता है, जो दक्षिणवर्ती एड्रिनलिन नहीं कर पाता।

रसायनी चिकित्साके विकासक्रमका दूसरा उल्लेखनीय सीमाचिह्न गेहार्ड डोमाग्नने १९३४ ई०मे स्थापित किया। प्रोन्टोसिल नामक एक ऐजो रंग स्ट्रेप्टोकोकाईसे उत्पन्न होनेवाले रोगो पर प्रभावी सिद्ध हुआ। परीक्षणोके बाद पता चला कि प्रोन्टोसिल शरीरमे जानेके बाद विखण्डित होता और पैराएमिनो वेनजिन सल्फोनेमाइड बन जाता है। इस जानकारीके बाद उसपर अनेक समूह-परिवर्तनकर हजारो सल्फोनेमाइड पदार्थोंका संश्लेषण किया गया। उनमेसे कुछ निश्चित सरचनावाले पदार्थ ही औपधिके रूपमे प्रभावी सावित हो सके। इन औपधियोकी विशेषता यह है कि वे भिन्न-भिन्न जातिके कोकाई जन्य रोगोके इलाजमे कारगर पाई गईं। सल्फा-ग्वायनेडिन वेसिलसजन्य पेचिशमे फायदेमन्द सावित हुई। सल्फा-औपधियोकी खोजसे पहले न्युमोनिया, मेनिनजाइटिस, और सूजाक (gonorrhoea) जैसे रोगोका सामना करना बड़ा ही विकट काम था। परन्तु विभिन्न प्रकारकी सल्फा-दवाइयोके आविष्कारके बाद इन रोगोकी सफल चिकित्सा सम्भव हुई और ये रोग न तो भयकर और न असाध्य ही रह गए।

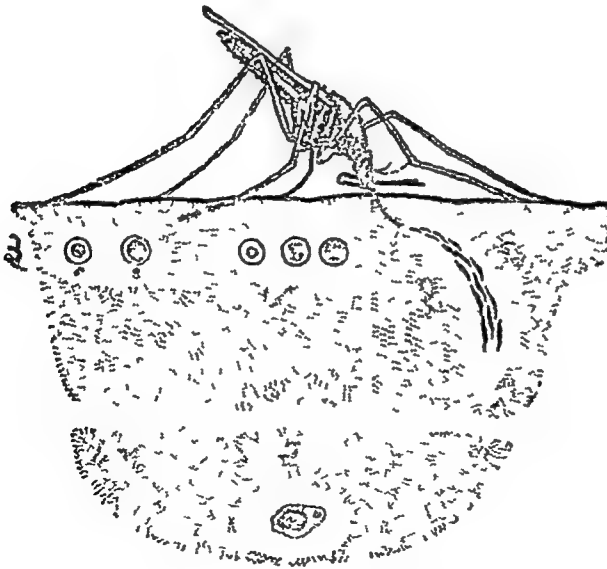
इसी सन्दर्भमे लगे हाथो यह भी देख लिया जाए कि औपध-मारण या औषध-विरोध (drug-antagonism) क्या है? पैरा-एमिनो वेनजोइक अम्लकी थोड़ी-सी मात्रा भी यदि सल्फा-औपधियोमे मिला दी जाए तो उससे औपधिकी प्रति-जीवाणु सक्षमतामे बाधा पहुँचती है। इससे पैरा-एमिनो वेनजोइक अम्लको सल्फा-औपधियोका मारक या विरोधी (antagonist) कहा जाता है। औपध-विरोधकी प्रक्रियाको समझ पाना बहुत मुश्किल है, क्योंकि वह भिन्न-

भिन्न कारणोंसे होती है। उसमें मुख्यतः औपधि और उसके विरोधी (मारक) की संरचना में आशिक साम्य होता है।

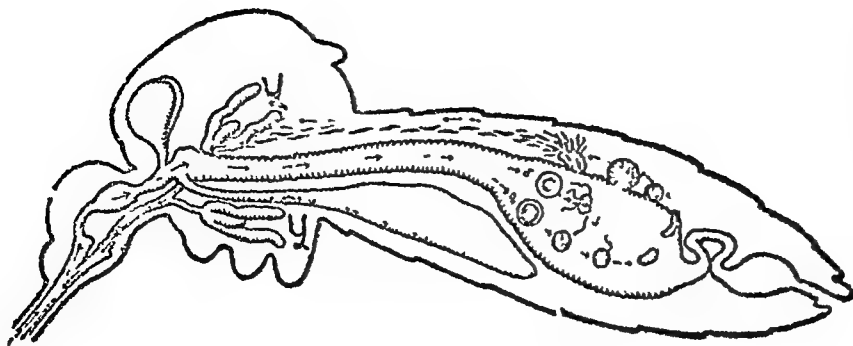
क्षय और कुष्ठ रोगों के जीवाणुओं में साम्य है। दोनों ही शरीर के किसी भी भाग में घुसकर लेते हैं। परन्तु वे सामान्य रक्त-संचार के प्रमुख मार्ग से दूर ही रहते हैं। इसलिए उनका विनाश करने वाली औपधियों को उस भाग तक पहुँचना चाहिए। लेकिन यह कठिन होने से एक जमाने में इन रोगों को अच्छा कर पाना मुश्किल ही था। स्ट्रेप्टोमाइसिन और अन्य दवाइयों की खोज के बाद क्षयरोग असाध्य नहीं रह गया, अब उसे आसानी से अच्छा किया जा सकता है। क्षयरोग-रोधी दवाइयों में दो वर्गों की औपधियों का व्यवस्थित विकास हुआ है, जिनके नाम हैं थायोसेमिकार्वेजोन और हाइड्रेजाइड। वेनिग और उसके सहकर्मी क्षयरोग के जीवाणु पर सल्फा-औपधियों के प्रभाव का अध्ययन कर रहे थे। उन्हें सल्फाथायैडायाजोल कुछ अंश में जीवाणु-स्तम्भक प्रतीत हुआ। उसकी संरचना के खंडित रेखा वाले भाग से थायोसेमिकार्वेजोन वर्ग की प्रेरणा मिली। इस वर्ग में टिवियोन सबसे क्रियाशील साबित हुआ।

इस संरचना में वेनजिन वलय के स्थान-४ पर विशेष रूप से और अन्य स्थानों पर समूह-परिवर्तन के द्वारा अधिक क्रियाशील पदार्थ प्राप्त करने की दिशा में प्रयत्न किये गए। वेनजिन वलय के बदले पिरिडिन वलय लेकर स्थान-२, स्थान-३ और स्थान-४ पर पार्श्व शृंखला (अ) लगाकर कई तरह के पदार्थ प्राप्त किये गए।

१९५२ ई० में फॉक्सने आइसो निकोटिन आल्डिहाइड थायोसेमिकार्वेजोन अप्रत्यक्ष रीति से बनाया। इसमें पिरिडिन वलय के साथ-ही-साथ उसके स्थान-४ पर पार्श्व शृंखला अ होती है। इसको बनाने के दौरान आइसोनिकोटिनिक अम्ल हाइड्रेजाइड द्वितीयक पदार्थ के रूप में प्राप्त होता था। फॉक्सने



१. मच्छर की लार में से प्लैजमोडियम का मानव-शरीर में प्रवेश।
२. रक्त कण में प्लैजमोडियम का प्रवेश।
३. मानव रक्त में गैमेटोसाइट।
४. मलेरिया के जीवाणु का नये रक्त कण में प्रवेश।



५ मच्छरके पेटमें मलेरियाके जीवाणुओंका पालन-पोषण — लाला-ग्रन्थिमें जीवाणु जमा होते हैं।



मानवशरीरमें मलेरियाके जीवाणु मच्छरके शरीरमें।

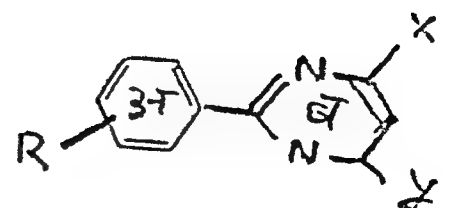
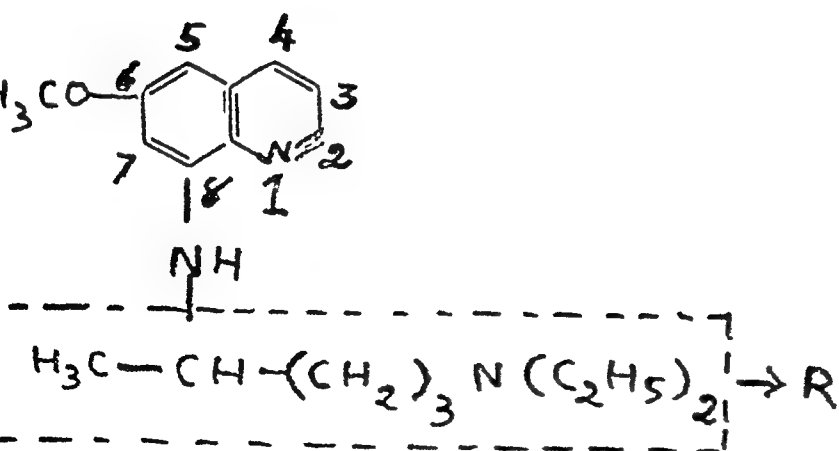
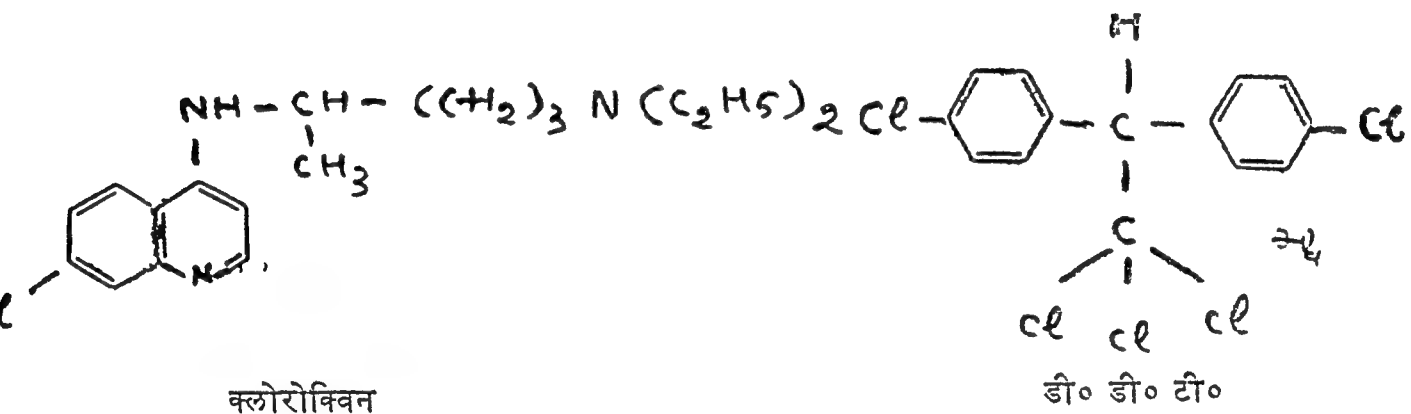
आइसोनायज़ाइड (INH) की क्षयके रोगाणुओंके प्रति क्रियाशीलताकी पड़तालकी तो पाया कि उसमें यह गुण बहुत अधिक मात्रामे है। इस खोजने क्षयकी चिकित्साके क्षेत्रमें नई आगाका संचार किया। आज तो स्ट्रेप्टोमाइसिन और पैराएमिनो सेलिसिलिक (PAS) के साथ INH भी क्षयकी एक औषधिके रूपमें खूब प्रचलित है। INH की संरचनामें, सासतौर पर $-NHNH_2$ समूहमें बहुतसे सुधार करके बनाये जानेवाले नये-नये पदार्थोंका काफी कठोरतासे परीक्षण किया गया, परन्तु उनमेंसे कोई भी पदार्थ INH से श्रेष्ठ साबित नहीं हुआ।

कुष्ठरोगरोगी औषधियोंमें पहले हिड्नोकार्पस और टारबटोजीनस वर्गकी वनस्पतियोंके बीजोंका तेल बाह्योपचारके लिए काममें लाया जाता था। इसमें दो मुख्य अम्ल होते हैं गाल-मोगराके तेलमें पाया जानेवाला गॉलमुगरिक अम्ल और हिड्नोकार्पिक अम्ल—इन दोनोंकी संरचनामें बड़ा साम्य है। आधुनिक कुष्ठ-चिकित्सामें सल्फोन, स्ट्रेप्टोमाइसिन, प्युरोमाइसिन आदिका उपयोग किया जाता है। सल्फोन औषधियाँ सश्लिष्ट औषधियाँ हैं। क्षयोपचारके एक चरणमें सल्फोनोका भी प्रयोग किया गया था और वहीसे कुष्ठरोगमें इसका उपयोग करनेकी प्रेरणा मिली और सफलता भी प्राप्त हुई। सल्फोनकी सामान्य संरचनामें जब R के स्थान पर हाइड्रोजनका परमाणु होता है तो डाइऐमिनो डाइफिनाइल सल्फोन प्राप्त होता है। R के बदले अन्य समूह रखकर तरह-तरहके क्रियाशील सल्फोन प्राप्त किये जा सकते हैं।

मलेरिया-निवारक औषधियोंका विकास तो निस्सन्देह रसायनविदोंकी अद्भुत क्षमताका परिचायक है। मलेरियाके जीवाणु अपने जीवन-क्रमके दौरान विभिन्न स्वरूप धारण करते हैं। उनके जीवनका अधिकांश विकास मानवके शरीरमें, परन्तु कुछ थोड़ा-सा एनोफिलिस जातिके मच्छरके उदरमें भी होता है। पृष्ठ २१९-२२० पर दिये गए चित्रोंसे मच्छरके जीवनके विकास-क्रमकी अच्छी जानकारी प्राप्त की जा सकती है।

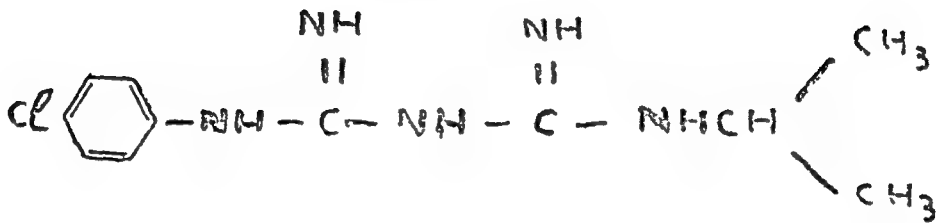
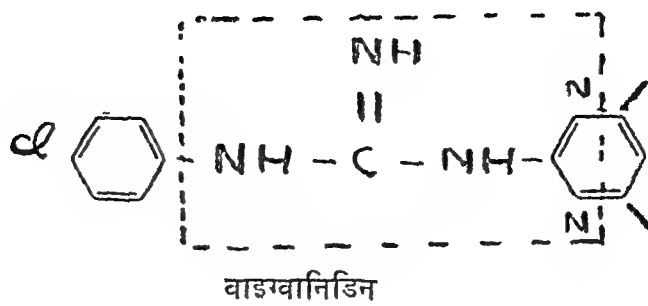
मलेरियाके फैलावको रोकनेके लिए मच्छरको नष्ट करना जरूरी है। डी० डी० टी० इसका अकसीर उपाय है। परन्तु मनुष्यको एक बार मलेरिया हो जाने पर उसे मिटानेके लिए रोगकी पहली, दूसरी और तीसरी, एव चौथी—तीनो ही अवस्थाओके अनुरूप त्रिपक्षीय प्रयत्न करने होते है। रसायनविदोने ऐसी दवाइयाँ खोज निकाली है कि मलेरियाके जीवाणु किसी भी अवस्थामे क्यों न हो, उन्हें नष्ट किया जा सकता है। पहले मलेरियाके उपचारमे कुनैन प्रचलित था। उसकी सरचनामे क्विनोलिन वलय होता है। प्रथम विश्वयुद्धके समय और उसके बाद जर्मनीमे कुनैन मिलना मुश्किल हो गया। तब रसायनविदोने क्विनोलिन वलयमे आठवे स्थान पर $-NH(CH_2)_2N(C_2H_5)_2$ समूह रखकर और उस शृंखलामे परिवर्तन करके पेन्टा-क्विन-जैसी अनेक दवाइयाँ बनाई। उसके बाद कुछ वर्षोके उपरान्त मेपाक्विन बनाया गया। द्वितीय विश्वयुद्धके समय जर्मन सैनिक जिन दवाइयोका उपयोग करते थे वे मित्र-राष्ट्रके सैनिकोके हाथ लगी और तब पता चला कि उन दवाइयोमे पार्श्वसमूह क्विनोलिनके चौथे स्थानपर है। इस जानकारीसे इस दिशामे सश्लेषणके कार्यको वेग मिला और क्लोरोक्विन और केमोक्विन जैसी औषधियाँ अस्तित्वमे आई।

१९४२ ई०मे इंग्लैण्डमे कर्ड, डेवी और रोजने विकासका एक नया क्षेत्र खोज निकाला। उन्होने जैसा क्विनोलिन और मेपाक्विनमे होता है उस तरहके एक्लिडिनके बदले पिरिमिडिन वलयको चुना और नये-नये औषधीय पदार्थोका सश्लेषण आरम्भ कर दिया।



प्रेमजिन-पिरिमिडिन वलयकी सन्धि

सन्दिष्ट औषधियाँ :: २२१



पहले प्रयासके रूपमें उन्होंने ऐसे पदार्थ बनाये जो वेनजिन वलय (अ) और पिरिमिडिन वलय (ब) को सीधे-सीधे जोड़नेवाले हो। उनमें R, x और y समूह थे। परन्तु उन पदार्थोंमें औषधीय गुण नहीं पाया गया। तब अ ओर ब के बीच -NH- समूह वाले पदार्थ बनाये गए। और भी समूह-परिवर्तन करके देखा गया, परन्तु इच्छित परिणाम नहीं निकला। तब -NH-के बदले वलय समूह -NH-C(=O)-NH- रखा गया। इस तरह निरन्तर प्रयोग करते हुए उनकी समग्र संरचनामें सड़ित

रेखाओंसे अकित नया समूह दृष्टिगोचर हुआ। इस समूहको वाइ-ग्वानिडिन कहते हैं। फलस्वरूप इस समूहके साथका पेलुड्रिन प्राप्त हुआ। इस तरह पिरिमिडिनपर किये जानेवाले प्रयोगोंके दौरान अकस्मात् यह औषधि हाथ लग गई। लेकिन इन अन्वेषकोंके भाग्यमें पिरिमिडिन वलय वाली मलेरिया-निवारक औषधि खोजनेका यश वदा नहीं था, क्योंकि १९५१ ई०में फाल्को आदिने पिरिमिडिन वलयवाली 'डिरा-प्रिम' नामक शक्तिशाली औषधि खोज निकाली।

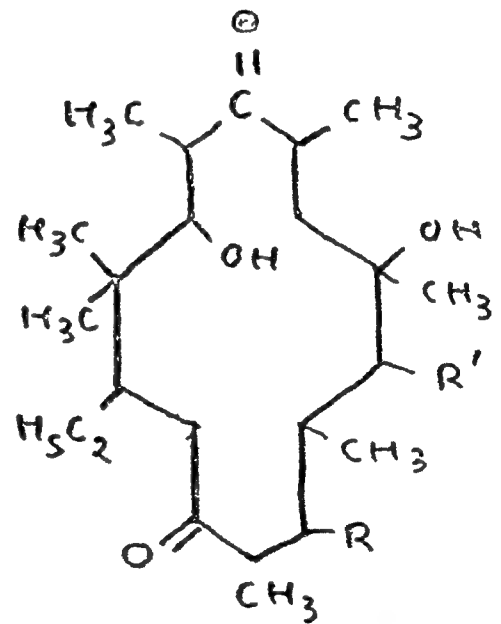
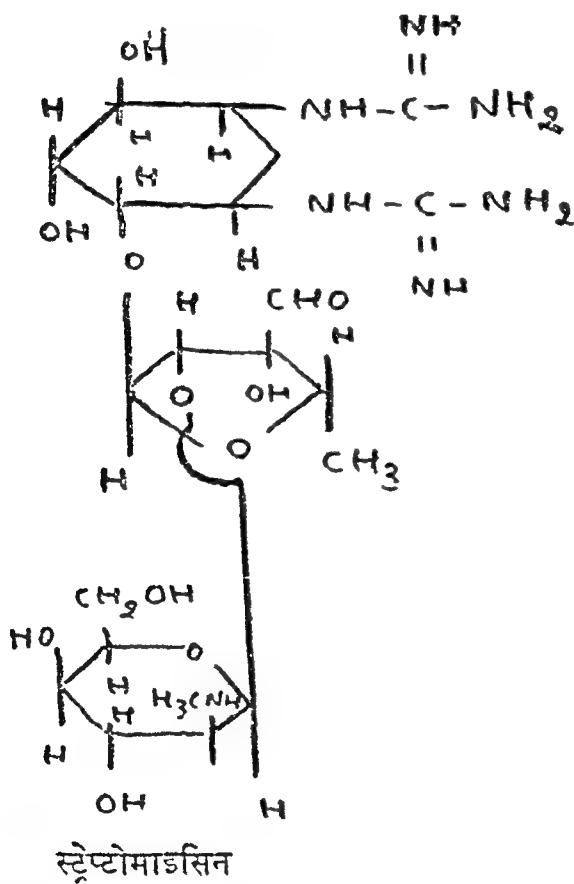
मलेरिया-निवारकोंके साथ-साथ कृमिहरो या कृमिघ्नो (anthelmintics) के अन्तर्गत प्रति-फाइलेरियाकी चर्चा भी कर ली जाए। मच्छर और मक्खी इस रोगके सूक्ष्म कीटाणुओंके वाहक हैं। प्रति-फाइलेरिया औषधियोंमें आर्सेनिक और एण्टिमनीयुक्त औषधियोंका उपयोग होता था, परन्तु हेट्राजनके सश्लेषणके बाद इस क्षेत्रमें नये युगका उदय हुआ। इस हेट्राजनकी संरचनामें परिवर्तनके अनेक प्रयत्न किये गए और उनके फलस्वरूप यह जानकारी प्राप्त हुई कि अणु-संरचनाकी विशेष प्रकारकी दिगंशनाका उसकी क्रियाशीलतासे महत्वपूर्ण सम्बन्ध रहता है।

किसी भी प्रकारकी कोशिकाकी असाधारण वृद्धि जिस रोगमें होती है उसे हम कैंसर या कर्करात कहते हैं। कैंसर कई तरहके होते हैं। उसके इलाजके लिए कुछ सश्लेष औषधियाँ तैयार की गई हैं। उन सबमें 'नाइट्रोजन मस्टार्ड' विशेष रूपसे उल्लेखनीय है। इसकी संरचनामें परिवर्तन करनेसे कुछेक

उपयोगी औषधियाँ प्राप्त हुई हैं। इसके अतिरिक्त कैंसरके उपचारके लिए एंजिमेटाबोलाइट, हारमोन, एंजिवायोटिक, कोल्चिसीन आदि समसूत्रणरोधी (antimiotic) औषधिया भी खोज निकाली गई हैं। फिर आल्फा, बीटा, गामा विकिरणों द्वारा भी इस रोगके खिलाफ संघर्ष किया जा रहा है।

‘स्वास्थ्य दर्शन’में बताया गया है कि कुछ हाइड्रोकार्बन ऐसे हैं जिनके कारण ही कैंसर होता है। इस सम्बन्धमें रसायनज्ञोंने कुछ सामान्य सैद्धान्तिक नियम निरूपित किये हैं। उन नियमोंके अनुसार हाइड्रोकार्बनकी संरचनामें कुछ प्रदेश निर्धारित किये गए हैं और जिस प्रदेशमें १२९२ मिली इलेक्ट्रान व ल्ट्ससे अधिक विद्युत् भार होता है वह हाइड्रोकार्बन त्वचा और त्वचाके नीचे वाली कोशिकाओंमें निश्चित रूपसे कैंसरजनक क्रियाशीलता दिखलाता है। इस तरहके सैद्धान्तिक निरूपण नई औषधियोंके अनुसन्धानका मार्ग प्रशस्त करेंगे और एक दिन मानव अपने ज्ञानके सहारे कैंसर जैसे असाध्य रोग पर भी काबू पा लेगा।

भैषज रसायनके विकासका तीसरा चरण प्रतिजैविकी अथवा प्रतिजीवाणु पदार्थोंकी खोजमें आरम्भ हुआ। प्रतिजैविकी (antibiotics)के क्षेत्रमें रसायनज्ञोंकी खाम रूचि उनकी जटिल

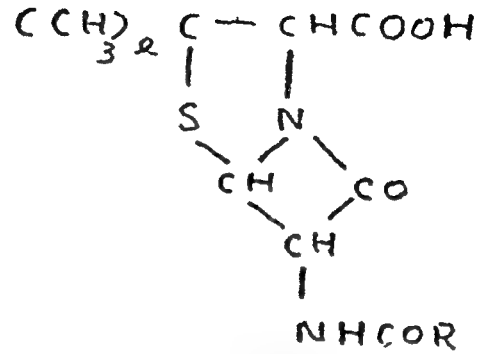
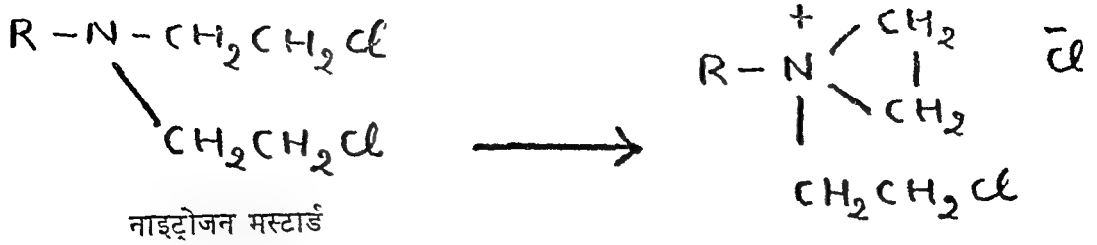


इरिथ्रोमाइसिन

R=जर्करा का अणु

R'=जर्कराका अणु

संरचनाओंकी स्थापना करने और संश्लेषणके द्वारा उन्हें प्राप्त करनेमें रही हैं। आज भी बड़े पैमानेपर प्राप्त होनेवाले प्रतिजीवाणु पदार्थ (एंजिवायोटिक) जैव रसायनिक विधिमें ही बनाये जाते हैं। यद्यपि प्रयोगशालामें कुछ संश्लेषण सफल हुए हैं और इस बातकी सम्भावना हो चुकी है कि एंजिवायोटिकोंका बड़े पैमानेपर भी संश्लेषण किया जाने लगेगा। हम प्रतिजीवाणु पदार्थोंको तीन वर्गोंमें विभाजित कर सकते हैं. (१) पेनिसिलीन वर्ग, (२) माइसिन वर्ग और (३) ग्लाइकोपेप्टाइड वर्ग।



एमिनो अम्लका समीकरण

पेनिमिलीन



पोलिपेटाइडका नमूना

पेनिसिलीनकी साधारण सरचना पृ० २२३-२२४ पर दिखाई गई है। उसमें R के बदले जुड़े-जुड़े समूह होते हैं। R के बदले बेनजिन $-\text{CH}_2\text{C}_6\text{H}_5$ होता है तो उसे पेनिसिलीन-जी कहते हैं।

माइसिन वर्गके बहुतसे प्रतिजीवाणु पदार्थ हैं—स्ट्रेप्टोमाइसिन, टेट्रासाइक्लिनो, इरिथ्रोमाइसिन आदि। इन सबकी सरचना पेनिसिलीनसे अधिक जटिल है, फिर भी रसायनविदोंने आधुनिक उपकरणोंकी सहायतासे इस तरहकी जटिल सरचनाकी जानकारी भी प्राप्त कर ली है। प्रतिजीवाणु पदार्थ बनानेवाले जीवाणु बहुत सूक्ष्म होते हैं, परन्तु उनकी बनाई हुई कृतियाँ वास्तवमें भव्य और आश्चर्यजनक हैं।

यह तो हम जानते हैं कि प्रोटीनके अणु एमिनो अम्लसे बनते हैं। एमिनो अम्लमें ऐमिनो ($-\text{NH}_2$) समूह और कार्बोक्सिल ($-\text{COOH}$) समूह होते हैं। प्रोटीनके अणुओंमें इन दोनों समूहोंके बीचका संयोजन बड़ी शृंखला अथवा बड़ा वलय बनाता है। इस संयोजनमें कुछ समूहोंका पुनरावर्तन होता है और उसमें एमिनो अम्लोंकी संख्या दोसे लेकर चाहे जितनी हो सकती है। इस जानकारीके आधारपर बेसिट्रोसिन नामक दवाई बनाई गई। इस प्रतिजीवाणु पदार्थकी कहानी बड़ी ही रोचक और विस्मयजनक भी है। मार्गरेट ट्रेसीके पाँवकी हड्डी टूट गई थी, घावमें धूल भर जानेसे वह पूतिद्रूपित (septic) हो गया। आरम्भमें पूतिद्रूपिताका तीव्र प्रभाव दिखाई दिया, परन्तु बादमें ये लक्षण सहसा अदृश्य हो गए। जॉन्सन, एड्ज़र और मलेने इसके कारणोंका पता लगानेका प्रयत्न शुरू किया। १९४७ ई० में उन्होंने ट्रेसीके घावमेंसे 'बेसिलस सबटिलिस' (नामक जीवाणु)की एक

किस्म प्राप्तकी और उसकी महायतासे नया प्रतिजीवाणु पदार्थ बनाया। ट्रेमीकी न्मृतिमे उस प्रति-जीवाणु पदार्थका नाम वेसिट्रेसिन रखा गया।

पोलिपेप्टाइड वर्गमे इमी तरीकेसे एक अद्भुत औषधि प्राप्त हुई। इन्सुलिन भी पोलिपेप्टाइड वर्गका एक विराट प्रोटीन अणु है। इसके अतिरिक्त प्रोटीन वर्गमे प्रकिण्व (एन्जाइम) और विषाणु (virus=वाइरस)की भूमिकाएँ भी बहुत महत्वपूर्ण हैं। हमारे शरीरमे सैकड़ों प्रकिण्वोंकी उपस्थितिके कारण जीवनके महत्वपूर्ण रासायनिक परिवर्तन होते रहते हैं। उनके बिना जीवन असम्भव ही होता। पेप्सिन ऐसा ही प्रकिण्व है। सूक्ष्म मात्रामे केवल शारीरिक ताप पर वह अपना काम करता रहता है। बछड़ेके आमाशय (जठर)से प्राप्त होनेवाला रेनिन नामक प्रकिण्व वजनमे केवल ३० ग्राम होता है, परन्तु ३४ लाख ५७ हजार लिटर दूधको जमा सकता है।

विषाणु रोग उत्पन्न करनेवाले कारक (एजेण्ट) हैं। वे न तो जीवाणु (बैक्टीरिया) हैं और न सूक्ष्म जीव ही। विषाणु इतने सूक्ष्म होते हैं कि सर्वाधिक वृद्धिकरण करनेवाले सूक्ष्मदर्शीसे भी नहीं देखे जा सकते, उन्हें इलेक्ट्रॉन सूक्ष्मदर्शीसे देखा जा सकता है। १९३५ ई०मे वेण्डेल एम० स्टैनलीने तम्बाकूके पौधेके एक रोग चितेरी (mosaic)मेसे सबसे पहले विषाणुको अलग किया था। तम्बाकूकी कोशिकाके बाहर तम्बाकूकी चितेरीका विषाणु निर्जीव अणुकी तरह आचरण करता है, परन्तु सजीव कोशिकामे वह प्रजननमे सक्षम होता और वगवृद्धि कर सकता है। इस दृष्टिमे विचार करने पर उसे सजीव कहा जा सकता है।

इन्फ्लुएन्जा, साधारण सर्दी-जुकाम, विषाणुजन्य न्युमोनिया, चेचक, पोलियो, कनपेडे और खसरा आदि बीमारियाँ विषाणुसे होती हैं। इस प्रकारकी बीमारियोंके विषाणुका प्रतिरोध करनेके लिए दवाइयाँ खोज ली गई हैं।

अन्तमे अब हम 'फंगस' (फफूंद, कवक)से पैदा होनेवाली बीमारियोंका संक्षिप्त विवेचन करेंगे। मनुष्य को होनेवाले जीवाणुजन्य रोगोमे फंगस वर्गकी सूक्ष्म वनस्पतिसे होनेवाले रोगोंका निवारण करना थोड़ा मुश्किल काम है। रोगोत्पादक फफूंद अधिकतर जमीनमे, वामी भोजन या मड़े हुए फलों पर और खासतौर पर धरण (humus)मे अथवा बोयी हुई चीजोंपर रहता है। जब यह फफूंद मानव शरीरमे परजीवी (parasite)की तरह रहने लगता है तो अपनी वृद्धि और प्रजननकी पद्धतिको बदल देता है। फफूंदसे दो प्रकारकी बीमारियाँ होती हैं एक तो त्वचाके रोग, जैसे कि दाद, गंज और हाथ-पाँवकी छजन आदि। फफूंदजन्य दूसरी प्रकारके रोग शरीरके विभिन्न तन्त्रोंको प्रभावित करते हैं, उदाहरणके लिए एक्टिनोमायसिस बोविस, जो पशुओंके द्वारा मनुष्यमे प्रवेश करते हैं, उनमे जबड़ो और जिह्वाके अर्बुद (ट्यूमर) पैदा होते हैं। एस्पेर्जिलस वर्गका फफूंद दुर्बल फेफड़ोंको रोगा-क्रान्त करता है। घान, अनाज आर आटेके बीच सतत काम करने वाले को यह रोग होनेकी अधिक सम्भावना रहती है। इनके अतिरिक्त शरीरके विभिन्न तन्त्रोंको आक्रान्त करनेवाले फफूंद-जन्य रोग और भी बहुतमे हैं। पहले इस प्रकारके रोगोंकी औषधियोंका अभाव था, परन्तु अब कई फफूंदरोधी और फफूंदनिवारक एवं फफूंदविनाशक औषधियाँ खोज ली गई हैं। फफूंद रोगोंके उपचारमे गृह रासायनिक पदार्थोंमे लेकर प्रतिजीवाणु पदार्थों तकका उपयोग किया जाता है। उन प्रकार जो रोग पहले हठीले और कठिन समझे जाते थे अब उनका उपचार माध्य ही नहीं मुनाध्य हो गया है।

वास्तवमे जीवाणु जन्य रोगो और उनके प्रतिकारकी गतिविधियोने रसायनी चिकित्साको गौरवान्वित किया है।

हारमोन, विटामिन और फुटकर इलाज

प्राणी गरीरमे नलिकारहित अर्थात् अन्त स्त्रावी ग्रन्थियाँ होती ह, यह हम जानते है। इन ग्रन्थियोमे हारमोन पैदा होते है। हारमोनोकी सरचना पृष्ठ २२८ पर दिग्वाड गड माइक्लोपेण्टिक वलय प्रणालीपर आधारित है। अलग-अलग स्थानोको जिन अकोमे दिग्वाया गया है उनपर भिन्न समूहो तथा किन्ही दो स्थानोके मध्य द्विवन्ध होनेसे भिन्न हारमोन प्राप्त होते है। यहाँ इस्ट्रोजनपर विस्तृत विचार किया जाएगा। स्त्रीका मासिक धर्म प्रोगेस्टेरोन और इस्ट्राडामोल नामक दो मुख्य हारमोनो पर निर्भर है। उनकी सरचनाओको ध्यानमे रखकर कतिपय स्टैरोइड पदार्थोकी इस्ट्रोजेनिक सक्रियताकी छान-बीन की गई। उसके बाद इस्ट्रोजन हारमोनो-जैमी सक्रियतावाले मादे सश्लिष्ट पदार्थोकी खोज की गई। उदाहरणके लिए मिल्वेस्ट्रोल, इसकी दिग्मिति (दिग्गचना) स्टैरोइडमे मिलती-जुलती है।

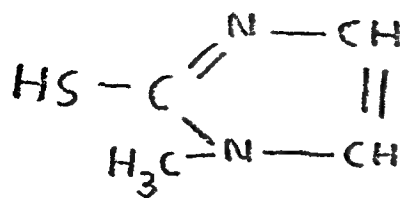
कॉर्टिजोन भी स्टैराइडके वर्गका हारमोन ह, और उसकी सरचना प्राकृतिक इस्ट्रोजनमे मिलती-जुलती है। स्पष्ट अन्तर केवल वलयमे स्थित कार्बोनिड ($—CO$) समूह ह। कॉर्टिजोन और उनके उत्पादोका रुमेटाइड आरथ्राइपिसमे उपयोग किया जाता है। उनमे शोथ-निवारणका अद्भुत गुण है।

अ-स्टैराइड हारमोनोमे एड्रिनलीन, थाइराक्सिन और इन्सुलिन मुख्य ह। थाइराइड ग्रन्थिसे स्रवित-थाइराक्सिनकी यह विशेषता है कि उसकी सरचनामे आयोडिनके परमाणु होते है। थाइराइड पदार्थोके अभावसे होनेवाली व्याधियोमे प्राकृतिक अथवा सश्लिष्ट थाइराक्सिन दिया जा सकता है। परन्तु थाइराइड पदार्थोकी मात्रा बढनेसे जो रोग होते है उनमे मेथिमेजोल-जैमी प्रति-थाइराइड औषधियोका उपयोग किया जाता है।

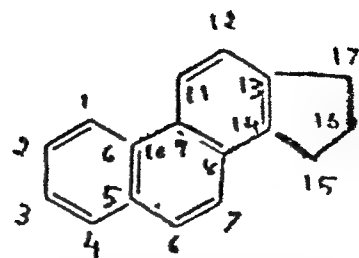
पैक्रियास (अग्न्याशय)मे पैदा होनेवाला इन्सुलिन नामक हारमोन बहुत ही महत्वपूर्ण है। इन्सुलिनमे $—CONH—$ बन्धसे निर्मित एक पोलिपेप्टाइड अणु होता है। उनमे स्थित एमिनो अम्लोकी क्रमबद्धता १९५४ ई०मे सेगरने निर्धारित की, जिसके लिए उसे १९५८ ई०मे नोबेल पुरस्कार प्रदान किया गया था। सरचना जटिल होते हुए भी उसका सरलेपण सम्भव हो सका है।

इन्सुलिनके इजेक्शन मधुमेह (डायबिटीज) का उपयुक्त प्रतिकारात्मक उपाय है। लेकिन अब तो कुछ सल्फा-औषधियोकी गोलियाँ भी ली जा सकती है। इस प्रकार प्राकृतिक इन्सुलिनसे प्रतियोगिता करनेके लिए सश्लिष्ट पदार्थ तैयार कर लिये गए है।

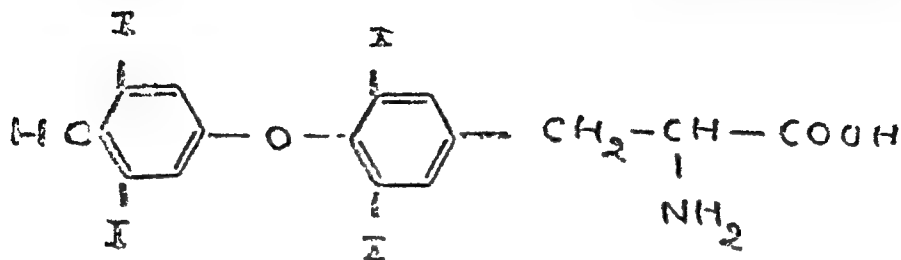
हारमोनकी मात्रा बहुत कम होती है, फिर भी उनकी सक्रियता उल्लेखनीय है, अर्थात् अपेक्षाकृत बहुत अधिक होती है। हारमोनकी तरह विटामिन (खाद्योज) भी कम मात्रामे होते हुए जैव-रासायनिक प्रक्रियाओका नियन्त्रण करते है। हारमोन सामान्य प्राणियोकी अन्त स्त्रावी ग्रन्थियोमे उत्पन्न होते है, परन्तु विटामिन तो दैनिक भोजनमेसे ही प्राप्त करने होते है। विटामिन ए, बी, सी, डी, ई आदि नामोसे पुकारे जाते है। भोजनमे इन विटामिनोके अभावसे कई तरहके रोग हो जाते है। विटामिन बी के कई



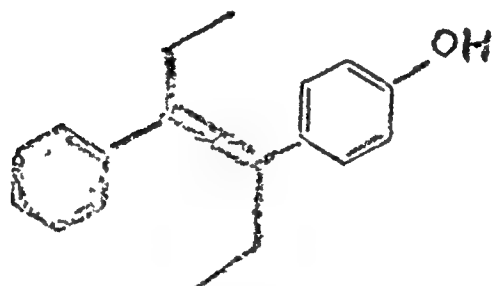
मेथिमेजोल



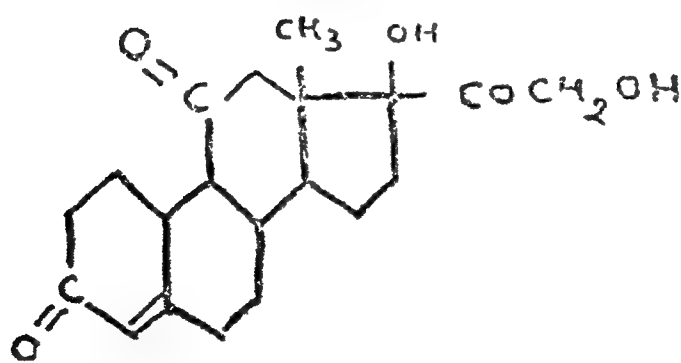
साइक्लोपेण्टिल फिनेन्थ्रिन



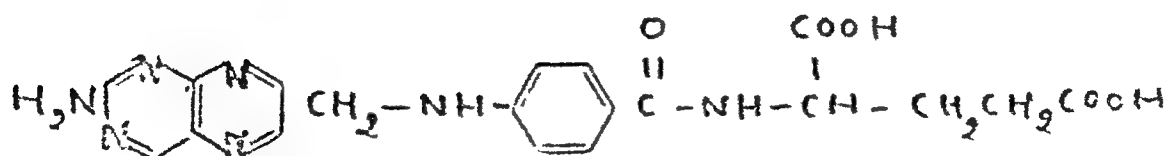
थाइरोक्मिन



स्टिलवेस्ट्रॉल



कार्डिजोन

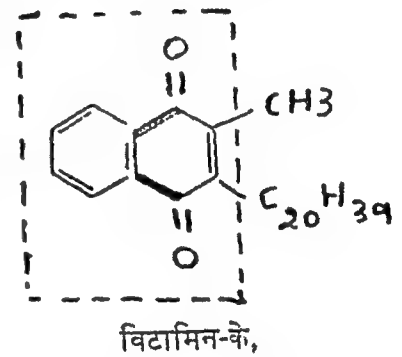


फाल्क अम्ल

उपग्रह है, जिनमेंसे कुछ थायामिन, रिबोफ्लाविन, निसोटिनिक अम्ल, बायोटिन, पॉन्ग अम्ल, परा एमिनोबेनजोइक अम्ल साइनो ग्लोबान्तेमाइन (विटामिन बी₁₂) आदि नामोंसे जाने जाते हैं।

अब हम यह देखेंगे कि फॉलिक अम्ल और विटामिन बी₁₂ क्या है। फॉलिक अम्लक अभावसे एक प्रकारका रक्तक्षीणता रोग हो जाता है। १९३१ में वित्सने डम आशयका उल्लेख किया है कि बम्बईमें एक हिन्दू स्त्रीको प्रसूतिके दौरान रक्तक्षीणता हो गई थी और उसे यीस्ट-युक्त एक दवाई देनेसे वह अच्छी हो गई। तब डम बातका पता लगानेके प्रयत्न आरम्भ हुए कि यीस्टमें रक्तक्षीणताको मिटानेवाला कोन-सा ओपघीय सत्त्व है। अनुभवसे पता चला कि यीस्ट (खमीर) और यकृत (लीवर) के सत्त्वसे रक्तक्षीणता (एनिमिया) दूर होती है। लेकिन डममें रहने वाले औषधीय सत्त्व टेरोड ड ग्लूटेनिक अम्ल (folic acid) का अधिकृत रूपने पता १९४८ में ही लगाया जा सका और रसायनविदोंने उसके सञ्श्लेषणकी विधि भी ग्जोज निकाली। विटामिन बी₁₂, रक्तक्षीणताके उपचारमें अत्यन्त उपयोगी और महत्त्वपूर्ण मिद्र है। डमकी सरचनामें कोबाल्ट धातुका अणु अनेक समूहोंके बीच बंधा होता है। ये विटामिन केवल वानस्पतिक ही नहीं हैं, प्राणियोंकी उपापचय (metabolic) क्रियाके दौरान भी बनते हैं। मोटी आंतमें सूक्ष्म जीवाणु इन्हें बनाते हैं। विटामिन बी₁₂ और फॉलिक अम्ल बहुत ही अल्प मात्रामें न्युक्लिक अम्लकी बनावटमें एनजाइमकी तरह आचरण करते हैं।

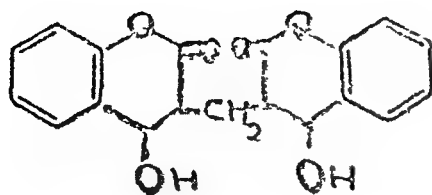
१९२९ में डेमको इस बातका पता चला कि चूजोंके चारेमें एक पोषक तत्त्व कम हो जानेसे रक्त-स्रवण होकर वे मर जाते हैं। कम होनेवाले उस पदार्थका नाम विटामिन 'के' रगा गया। जिस व्यक्तिके खूनमें विटामिन 'के' का अभाव होता है उसके मामूली-सी चोट लगने पर भी खून बहने लगता है और खून जमकर घावको बन्द नहीं कर सकता। खूनके जमनेकी प्रक्रिया बड़ी ही आश्चर्यजनक है। उसकी सरचनाका विन्याम नेप्थाक्विनोन वलय पर होनेका पता चला है। इसलिए उस वलय पर विन्यस्त अन्य सञ्श्लिष्ट ओपघियोंका उपयोग भी किया गया है। उनमेंसे एक मेनाडायोन है। उसकी सरचना सरल है। विटामिन 'के' की सरचनामेंसे $C_{20}H_{39}$ निकाल लेने पर उसका समीकरण मिल जाता है।



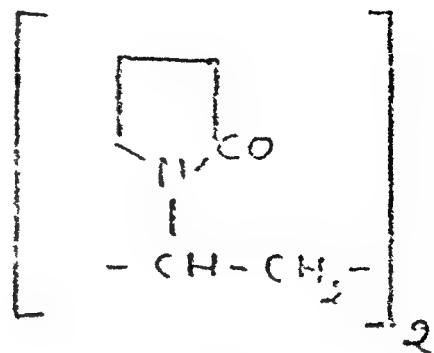
जिस प्रकार विटामिन 'के'में खूनको जमानेका गुण है उसी प्रकार कुछ दूसरे पदार्थोंमें खूनको जमनेसे रोकनेका गुण होता है। खासतौर पर गल्य क्रियाके दौरान इस बातकी आवश्यकता बरतनी होती है कि खून कहीं रक्तवाहिनीमें जम न जाए। हेपेरिन और विसहाइड्रोक्सि-कौमारिन ऐसे ही पदार्थ हैं। हेपेरिन तो प्राणियोंकी एक खास पेशीमें पैदा होता है। फेफड़ोंमें यह अधिक मात्रामें पाया जाता है। 'स्वीट क्लोवर' नामक घासमें भी विसहाइड्रोक्सि कौमारिन होता है। १९२१-२२में यह खोज हुई कि स्वीट क्लोवर घास खानेवाले पशु चोट लगने, खस्सी किये जाने या सींग निकलते समय जमा हुआ कड़ा खून निकलने के कारण मर जाते हैं। इसके बाद 'स्वीट क्लोवर'में रहनेवाले क्रियाशील सत्त्वकी खोज-बीन शुरू हुई। १९४१ ई०में कैम्पवेल और लिंकने विसहाइड्रोक्सि-कौमारिन स्फटिक रूपमें प्राप्त किया और उसकी सरचना स्थिर की। उसके बाद इस पदार्थके बदले उपयोगमें लाये जा सके, ऐसे पदार्थोंका सञ्श्लेषण किया।

रक्तका शरीरके सभी भागोंमें सञ्चरण होता रहे, इसलिए उसकी एक खास मात्राका बना

रहना आवश्यक है। जब शरीरमें काफी तादादमें ग्लूकोज निकल जाता है तो उसकी आवश्यक मात्राको बनाये रखनेके लिए किसी उपयुक्त व्यक्तिका ग्लूकोज देना सबसे उत्तम उपाय है, लेकिन



विटामिन-के-१



पोलीलैक्टिक एसिड

यदि यह न हो सके तो उस परिस्थितिमें ग्लूकोज-सहित अथवा ग्लूकोज-रहित सेलाइन देना पड़ता है। साथ ही उसमें कुछ दूसरे पदार्थ मिलाना भी जरूरी हो जाता है। डेक्स्ट्रान, जिलेटिन और पोली विनाइल पायरोलिडोन इसी काममें आते हैं। डेक्स्ट्रान और जिलेटिन प्राकृतिक स्रोतोंमें प्राप्त किये जाते हैं। साधारण चीनी पर एक प्रकारके जीवाणुके विकासमें डेक्स्ट्रान मिलता है। चमड़ा, हड्डी, मज्जा पेशियों आदि पर रासायनिक क्रिया करके जिलेटिन प्राप्त किया जाता है।

दूसरे महायुद्धके समय जर्मनीमें पोलीविनाइल पायरोलिडोन नामक पदार्थ संश्लेषणके द्वारा प्राप्त किया गया था। वायुमंडलके सामान्य दाबसे माँगुने दाब और ९० अंश सेल्सियस ताप पर एमिटिलिन और फार्मालिहाइडकी पारस्परिक क्रियाके परिणामस्वरूप गामा-ब्यूटिरोलैक्टम यानी पायरोलिडोन बनता है। परिष्करण-गैस (refining gas) नेफ्था और उच्चतर हाइड्रोकार्बनोंके भजनके दौरान अन्य गैसके रूपमें प्राप्त होनेवाले इस उत्पादके साथ एमिटिलिन, मेथेन आदि भी प्राप्त होते हैं। मेथेनमें मेथेनाल और उसमें फार्मालिहाइड बनता है। इस प्रकार पायरोलिडोन बनानेके लिए आवश्यक पदार्थ पेट्रो-केमिकल रसायनोंके रूपमें प्राप्त होते हैं। एक बार पायरोलिडोन बन चुकनेके बाद उसपर एमिटिलिनकी क्रियासे विनाइल पायरोलिडोन बनता है। उसके बहनेमें अणु संयोजित होकर पोलीविनाइल पायरोलिडोनके विराट अणुका निर्माण करते हैं जिसका अणुभार २५,००० होता है और जो प्रोटीनकी तरह पानीमें विलेय है। यह खोज रसायनविदोंकी एक महान उपलब्धि है। डेक्स्ट्रान, जिलेटिन और पोलीविनाइल पायरोलिडोन आदि पदार्थ मधुर-रस (मीरस) की तादाद बढ़ानेके काम आते हैं।

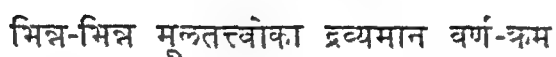
कई बार रेडियवर्मी किरणोंका शरीरकी विभिन्न कोशिकाओं पर विपरीत असर होता है। रेडियवर्मी पदार्थोंके साथ काम करनेवालोंकी इन किरणोंसे रक्षा करनेके लिए कुछ पदार्थोंका संश्लेषण करनेकी दिशामें प्रयोग किये जा रहे हैं। पता चला है कि मनुष्यके दालोंमें प्राप्त होनेवाला मिनिटिन-एमाइन विकिरण-रक्षकके रूपमें काम आ सकता है।

अधिक हो जाती है कि रूढ़ औषधियोंका उनपर कोई भी प्रभाव नहीं हो पाता। इसलिए मनुष्य और जीवाणुओमे सतत प्रतिस्पर्धाका बना रहना अवग्यम्भावी है। और इसीलिए नये-नये मश्लेपणोकी महान सम्भावनाएँ भी बनी रहेगी। जीवाणुजन्य रोगोके लिए नई औषधियोंकी आवश्यकताके साथ शरीर तन्त्रपर अधिक असर करनेवाले पदार्थोंकी खोज निरन्तर चलती ही रहती है, जो रसायनविदोंके लिए साधना है।

आधुनिक औषधियों के उपसर्ग

तन्त्रान्वयी (सिस्टेमेटिक) •

• पीडापहारी (पीडाहारक)	(एनाल्जेमिक)	• ट्राइपनोमोमायामिनरोधी	
• शामक	(सिडेटिव)	• यक्ष्मारोधी	(एटिट्युवर्गुलर)
• निद्रापक (निद्रादायी)	(हिप्नोटिक)	• कुष्ठरोधी	(एटिलेप्रोडिटिक)
• निश्चेतक	(एनेस्थेटिक)	• काकाईजन्य रोगरोधी	(मल्फा-ड्रग्स)
• प्रशामक	(ट्रैक्विलाइजर)	• प्रतिमलेरियक	(एटिमलेरियल)
• अपस्माररोधी	(एटिएपिलेप्टिक)	• कृमिघ्न	(एन्थेलमिटिक)
• सजीवक (उत्तेजक)	(एनालेप्टिक)	• कैन्सररोधी	(एटिवैन्सर)
• एड्रिनलिन घर्मी	(एड्रिनर्जिक)	• अमीवारोधी	(एटिएमीविक)
• कोलिनघर्मी	(कोलिनर्जिक)	• जीवाणुरोधी	(एटिवायोडिक)
• एड्रिनलिन क्रियारोधी	(एटिएड्रिनर्जिक)	• फफूंदरोधी	(एटिफगन)
• कोलिन क्रियारोधी	(एटिकोलिनर्जिक)	• विषाणुरोधी	(एटिवायरन)
• हिस्टामिनरोधी	(एटिहिस्टामिनिक)	• विटामिन	
• रुधिराभिसरण तन्त्रलक्षी	(कार्डियो-वेस्कुलर)	• हारमोन	
• कासरोधी (कफरोधी)	(एटिट्युसिव)	• थाइरायड हारमोन-प्रतिथाइरायड औषधि	
• कफोत्सारक	(एक्स्पेक्टोरेण्ट)	• स्टेरायड हारमोन	
• क्षुधोद्दीपक	(एपेटाइट स्टिमुलेण्ट)	• पोलिपेप्टाइड और प्रोटीन हारमोन	
• क्षुधापहारी	(एटिएपेटाइट, एनोरेक्सिस)		
• रेचक	(केथोरेटिक)	विविध	
• वमनकारी	(एमिटिक)	• प्रतिदोषरोधी	(एटिसेप्टिक)
• वमनरोधी	(एटिएमिटिक)	• निदान सहायक	(डाइग्नोस्टिक एजेण्ट)
• मूत्रवर्धक	(डाइयुरेटिक)		
• गर्भाशय सकोचक	(आक्सिटॉसिक)	• किरणीयन व्याधिनिवारक	
रसायनी चिकित्सान्वयी		• प्लाज्मा आयतन प्रवर्धक	(प्लाज्मा एक्स-टेडर)
• उपदशरोधी	(एटिसिफिलिटिक)		



खंड : ६

१६ : अधात्विक मूलतत्त्व

धातुओंकी चर्चा हम चौथे अध्यायमें कर आए हैं। यहाँ कुछ अधात्विक मूलतत्त्वोंकी चर्चा की जाएगी। आरम्भ हम हैलोजनवर्गीय मूल तत्त्वोंसे करते हैं।

हैलोजन

फ्लोरिन, क्लोरिन, ब्रोमिन और आयोडिन—ये चार मूल तत्त्व हैलोजनके नामसे जाने जाते हैं। इनमें सबसे हल्का मूल तत्त्व फ्लोरिन है। यह हल्के पीले रंगकी गैस है। इसकी सजा F परमाणु भार १९.०० और परमाणु संख्या ९ है। रासायनिक दृष्टिसे अत्यन्त क्रियाशील होनेके कारण फ्लोरिन कभी मुक्त अवस्थामें नहीं मिलता। प्रकृतिमें उसके यौगिक ही प्राप्त होते हैं। अनगिनत खनिजों और जलीय तथा आग्नेय शैलोंके खनिजोंमें मिलता है। इसका मुख्य खनिज फ्लोरस्पार अर्थात् कैल्सियमका फ्लोराइड है।

हाइड्रोजनसे संयोग कर यह हाइड्रोजन फ्लोराइड अर्थात् हाइड्रोफ्लोरिक अम्ल बनाता है। यह अम्ल काँचका भी संक्षारण कर देता है। ताँवे-जैसी धातुके पात्रमें रखनेसे उसकी सतह पर फ्लोराइडकी परत बनाता है। यह परत अम्लसे ताँवेकी रक्षा करती है, इसलिए इस अम्लको ताँवे या उससे मिलती-जुलती धातुके पात्रमें रखा जा सकता है।

पारे-जैसे उत्प्रेरकोंकी सहायतासे कार्बन और फ्लोरिन संयोजित होकर (CF_4 , C_2F_6) की तरहके फ्लोरोकार्बन बनाते हैं। पानी अथवा तेल उनका स्पर्श नहीं कर पाते। उनमेंसे कई बहुत अच्छे स्नेहक होते हैं। फ्लोरोकार्बनके आक्सीजन, नाइट्रोजन और गन्धकसहित उत्पाद, अन्य पदार्थोंकी अपेक्षा अधिक तापसह होनेके कारण राल, प्लास्टिक, तेल, मोम, रेजि आदि बनानेके अधिक उपयुक्त होते हैं।

युद्ध-कालमें युरेनियम-२३५ को मुक्त करनेके लिए युरेनियम हेक्साफ्लोराइडका उपयोग किया गया था। पानीको सोडियम फ्लोरोसिलिकेटकी अल्प मात्रासे क्लोरिनयुक्त करके वह पानी कई गहरोंको दिया जाता है। दाँतकी सड़न (दन्तक्षय) इससे रुक जाती है। फ्लोरोसिलिकेटका उपयोग जन्तुनाशककी तरह और लकड़ीको दीमक तथा कीटाणुओंसे बचानेके लिए किया जाता है। टेट्रोफ्लोरोइथिलिनके अणु आपसमें संयोजित होकर बहुलक (पोलीमर) बनाते हैं। फ्रायोलाइट Na_3AlF_6 का उपयोग एल्युमीनियम धातुके उत्पादनमें किया जाता है।

क्लोरिन—क्लोरिनकी सजा Cl , ब्रोमिनकी Br और आयोडिनकी I है। इनका परमाणु-भार और परमाणु-संख्या क्रमशः ३५.४५७-१७, ७९.९१६-३५ और १२६.९२-५३ है।

क्लोरिन प्रदाहक (उत्तेजक) गन्ध, और पीताम्-हरित रंगवाली आग्नीकरण गुणयुक्त गैस है। विरजन चूर्ण (ब्लीचिंग पाउडर), कार्बनिक रंग, दवाइयाँ बनाने और गृहोंमें दिये जानेवाले पानीको कीटाणुओंसे शुद्ध करनेमें इसका उपयोग किया जाता है। प्रथम महायुद्धमें गन्ध सैनिकोंको परेशान करनेके लिए जर्मनीने क्लोरिनका उपयोग विपरीत गैसके रूपमें किया था। अनेक मूलतत्त्वोंमें सयोजित होकर यह उनके क्लोराइड बनाता है। भोजनमें काम आनेवाला नमक सोडियमका क्लोराइड है। अधिकांश क्लोराइड (चाँदी, पारा और सीमेके अतिरिक्त) पानीमें विलेय है, और क्लोराइडका विद्युत् विश्लेषण कर क्लोरिन गैस पैदा की जाती है। लवणके पानीका विद्युत् विश्लेषण करनेमें कास्टिक सोडा, हाइड्रोजन और क्लोरिन प्राप्त होते हैं। कास्टिक सोडेका मावुन बनानेमें और क्लोरिनका विरजन चूर्ण बनानेमें उपयोग किया जाता है। क्लोरिनका एक सुपरिचित यौगिक क्लोरोफार्म है, जिसका उपयोग शल्य क्रियामें निश्चेतकके रूपमें किया जाता है।

ब्रोमिन—ब्रोमिन साधारण ताप पर कालिमा लिये हुए रक्षित द्रव है। इसकी भाप जहरीली होती है। विभिन्न धातुओंमें ब्रोमाइडके रूपमें यह प्रकृतिमें मिलता है। स्ट्रैमफर्ट और मिचिगनमें इस तरहके ब्रोमाइड प्रचुर मात्रामें मिलते हैं। समुद्री पानीमें नमक बना लेनेके बाद जेप बने 'ब्रिटन' नामक मातृ द्रव (mother liquor) से इसका उत्पादन मस्ता पड़ता है। ब्रोमिनका उपयोग रासायनिक रीतिसे कार्बनिक पदार्थोंके उत्पादनमें विशेष रूपसे किया जाता है। धातुओंमें सयोजित होकर यह ब्रोमाइड बनाता है। चाँदीका ब्रोमाइड फोटोग्राफी में काम आता है। पॉटेमियम ब्रोमाइड और अन्य ब्रोमाइड दवाइयोंके रूपमें इस्तेमाल किये जाते हैं।

आयोडिन—आयोडिन बैंगनी रंगके स्फटिकोंके रूपमें मिलता है। समुद्री वनस्पतिमें यह निकाला जाता है। प्राणी शरीरकी थाइरायड ग्रन्थिके स्त्राव थाइरोक्सिन में भी यह रहता है। टिचर आयोडिन, आयोडोफार्म, आयोडेक्स आदि पदार्थ दवाईके रूपमें प्रयुक्त होते हैं। आयोडिनका उपयोग जन्तुनाशककी तरह भी किया जाता है। वानस्पतिक अथवा प्राणिज तेलोंमें इसके सयोजित होनेके आधार पर उस तेलका आयोडिन-मान (iodine value) निश्चित किया जाता है। तेलके हाइड्रोजनीकरणकी मात्रा तय करनेके लिए उसका आयोडिन-मान निकालना आवश्यक होता है। आयोडिन-मानसे तेलोंमें रहनेवाले वसाभूतोंके असन्तृप्त होनेकी मात्राका भी पता चल जाता है।

आक्सीजन, हाइड्रोजन, नाइट्रोजन

आक्सीजनका संकेत O, नाइट्रोजनका N और हाइड्रोजनका H है। इनके परमाणु भार और परमाणु संख्या क्रमशः १६-८, १४ ००८-७ और १ ८-१ है। ये तीनों गैसें रंग और गन्धहीन होती हैं।

आक्सीजन अनेक धातुओं और अधातुओंसे संयोग करके आक्साइड बनाता है। कई आक्साइड तो प्राचीनकालमें भी ज्ञात थे। पीनेका पानी हाइड्रोजनका आक्साइड है। चूना कैल्सियमका आक्साइड है। सखिया आरसेनिकका आक्साइड है। अजनमें काम आनेवाला सुरमा एंटीमनीका आक्साइड और शिगरफ या इगूर नामक पदार्थ पारे (mercury) का आक्साइड है। पारेके आक्साइडका उल्लेख अरब कीमियागर जबीरने 'मर्क्युरस कैल्सिनेटस पर से' नामसे किया है।

आक्सीजनकी खोजका इतिहास बड़ा रोचक है। माओ खाओ नामक एक चीनी लेखकने अट्ठारहवीं शताब्दीमें लिखी एक पुस्तकमें बताया है कि हवामें दो गैसें हैं—एक पूर्ण और दूसरी अपूर्ण। पूर्ण गैसको उसने 'यान' (नाइट्रोजन) और अपूर्ण गैसको 'यन' (आक्सीजन) नाम दिये। उसने और भी बताया कि कार्बन, गन्धक आदि गैसोंका दहन करनेसे अपूर्ण हवा चली जाती है और गैप बची हवा पूर्ण होती है। दहनशील पदार्थका दहन होता है तो वह पदार्थ 'यन'से संयोजित होता है। यह 'यन' हवामें तो होती ही है, साथ ही गोरा-जैसे कुछ पदार्थोंमें भी होती है। ऐसे पदार्थोंको गर्म करनेसे 'यन' निकल आती है।

हवा मूल तत्त्व नहीं है, यह लियोनार्दो द विन्सीने बताया था। ओल वोर्च नामक एक प्रयोगकर्त्ताने गोरेको गर्म कर इम गैसको मुक्त किया, परन्तु इसे एकत्रित करनेका ज्ञान उसे नहीं था। न्तिफन हेल्सने इसे वोर्चके ही ढगसे मुक्त कर पानी पर डकट्ठा किया, परन्तु वह इसके गुणोंकी छान-बीन करना भूल गया। जोसेफ प्रिस्टले और शीलेने इम गैसको मुक्त कर इसके गुणोंकी छान-बीनकी। लवाशियेने इसका नाम आक्सीजन रखा, और आज भी यह आक्सीजन नाममें ही पुकारी जाती है।

इस गैसको औद्योगिक पैमाने पर बनानेके लिए द्रव हवाका उपयोग किया जाता है। हवाको काफी दाब पर ठण्डा कर उसे तरल किया जाता है, उसमेंके आक्सीजनका क्वथनांक 183° से० और नाइट्रोजनका क्वथनांक 196° से० होता है। इसलिए उस तरल हवामेंसे नाइट्रोजन भापके रूपमें पहले मुक्त होता है और आक्सीजन उसके बाद। अत्यन्त शुद्ध अवस्थामें आक्सीजन प्राप्त करना हो तो कास्टिक सोडाके विलयनका विद्युत् विघ्लेपण करना चाहिए। इसमें आक्सीजनके अतिरिक्त हाइड्रोजन भी शुद्ध रूपमें प्राप्त होगी।

धातुओंके सन्धान (वैल्डिंग)में काम आनेवाली आक्सी-ऐसिटिलिन ज्वाला (flame) में आक्सीजन और ऐसिटिलिन गैसोंका उपयोग किया जाता है। आक्सीजनका दूसरा उपयोग ऊँचे प्रकारका इस्पात बनानेमें किया जाता है। बीमारको साँस लेनेमें तकलीफ हो तो उसे आक्सीजन दी जाती है। आक्सीजनके बिना न तो जीवन सम्भव है और न दहन ही।

ओजोन—आक्सीजनका सघनित रूप ओजोन गैस है। आक्सीजनके अणुमें उसके दो परमाणु परन्तु ओजोनमें आक्सीजनके तीन परमाणु होते हैं। ओजोन प्रबल आक्सीकारक पदार्थ है। हवामें विद्युत् चिनगारियाँ पारित करनेसे यह गैस पैदा होती है। बरमाती तूफानमें जब बिजलियाँ चमकती हो या कभी-कभी समुद्र किनारे हवामें साँस लेने पर जो आह्लादकारी अनुभव होता है उसका कारण उस हवामें रहनेवाली ओजोन गैस है। पानीको कीटाणु-रहित करनेमें भी ओजोन गैसका उपयोग किया जाता है। द्विवन्धवाले कुछ हाइड्रोकार्बनोंमें ओजोनके अणु प्रतिस्थापित करनेमें ओजोनाइज नामक पदार्थ बनता है।

हाइड्रोजन—पानी अथवा कास्टिक सोडाका विद्युत् विच्छेदन करके हाइड्रोजनको प्राप्त किया जा सकता है। खनिज तेलकी परिष्करण और पेट्रो-केमिकल्सके कारखानोंमें उपोत्पादके रूपमें हाइड्रोजन और एमोनिया प्राप्त होते हैं। हाइड्रोजन सबसे हल्की गैस है। पहले वह गुब्बानों और वायुयानोंमें भरी जाती थी, परन्तु अत्यधिक ज्वलनशील होनेके कारण जल उठती थी और अचानक दुर्घटनाएँ हो जाया करती थी। इम गन्तरेमें बचनेके लिए अब इसके स्थान पर ईथिलियम गैसका उपयोग किया जाता है।

हाइड्रोजनका सबसे महत्वपूर्ण उपयोग द्रव तेलोंमें हाइड्रोजनीकरण (जमानेमें) किया जाता है। इस क्रिया द्वारा द्रव तेलको घीकी तरह जमाया जा सकता है। मक्कनकी जगह काममें किया जानेवाला मार्गेरिन और घीके बदले इस्तेमाल किया जानेवाला वनस्पति (सुंगफलीका जमाया हुआ तेल) हाइड्रोजनीकरण विधिसे ही प्रताप है। कुछ प्रकारके पेट्रो-केमिकल उद्योगोंमें भी हाइड्रोजनीकरणकी विधि काममें लाई जाती है। गर्म कोयले पर हवा और भाप पाण्डित करनेमें हाइड्रोजन और कार्बन मोनोक्साइडका मिश्रण बनता है, जिसका नाम 'मोग्ड' गैस है और जो उद्योगोंमें ईंधनकी जगह इस्तेमाल की जाती है। नाइट्रोजनसे हाइड्रोजनका संयोजन कर एमोनिया बनानेकी हेबरकी पद्धतिमें भी हाइड्रोजनका उपयोग होता है।

नाइट्रोजन—नाइट्रोजन महत्वपूर्ण गैस है। पृथ्वीके वायुमण्डलमें इसकी बहुतायत है। वायुमण्डलकी हवामें इसका अनुपात लगभग ८० प्रतिशत है। रसायनिक दृष्टिमें यह एक क्रियाशील गैस है। तरल हवामें इसका उत्पादन किया जाता है, यह तो हम ऊपर पढ़ ही आए हैं।

वनस्पतिको उर्वरकके रूपमें नाइट्रोजनके यौगिक देना जरूरी है। ऐसे यौगिक पशु-प्राणियोंके मल-मूत्रमें रहनेके कारण उनका प्राकृतिक उर्वरकोंके रूपमें उपयोग किया जाता है। मल-मूत्रमें आनेवाली एमोनिया गैसकी गन्धमें सभी परिचित हैं। प्रकृतिमें नाइट्रेटके रूपमें प्राप्त होनेवाले खनिजोंका भी उर्वरककी तरह उपयोग किया जा सकता है। लेकिन बड़े पैमाने पर विश्वकी उर्वरक-सम्पत्ती आवश्यकताको और युद्धके समय विस्फोटकोंकी मांगको पूरा करनेके लिए हवामें नाइट्रोजनमें उसके यौगिक बनाना जरूरी हो जाता है। इस तरह नाइट्रोजनके यौगिक बनानेकी विधि भी पहले विश्व-युद्धके ही समय आविष्कृत हुई थी।



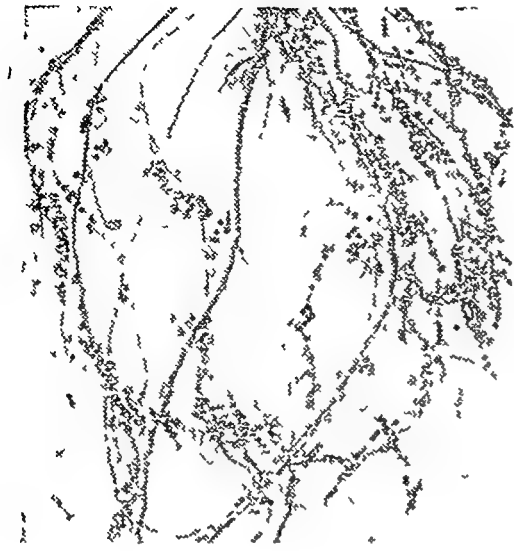
फिट्ज हेबर
(१८६८-१९३४)

उच्च दाब पर हाइड्रोजन और नाइट्रोजनका संयोजन कर एमोनिया गैस बनानेकी विधि हेबर विधिके नाममें प्रख्यात है। इस विधिमें लोहेके आक्साइड अथवा पोटैशियमके आक्साइडका उत्प्रेरकके रूपमें उपयोग किया जाता है। नाइट्रोजनको संयोजित करनेकी एक और विधि साइनेमाइड विधि कहलाती है। उसमें कैल्सियम कारबाइडको 1000° से० ताप पर रखकर उसपर नाइट्रोजन गैस पारितकी जाती है। इस क्रियामें प्राप्त कैल्सियम साइनेमाइडपर पानीके प्रभावमें, जो एमोनियायुक्त होता है उसके आक्सीकरणमें नाइट्रिक अम्ल बनाया जा सकता है।

लोहा गलानेकी घमन भट्ठीके लिए आवश्यक कोक भट्ठी गैसका उपयोग एमोनिया बनानेमें किया जाता है। राऊरकेला इस्पात संयंत्रमें यह पद्धति चालू की गई है।

एमोनिया गैस (NH_3) नाइट्रोजन और हाइड्रोजनका यौगिक है। पानीका वर्ष बनाने और प्रशीतकोंमें प्रशीतकारी पदार्थके रूपमें इसका उपयोग होता है।

ड्युलॉग नामक वैज्ञानिकने १८११ ई० मे नाइट्रोजन ट्राइक्लोराइड बनाया था; लेकिन उससे जबर्दस्त विस्फोट हुआ, जिसमे ड्युलॉगकी एक आँख और तीन अँगुलियाँ जाती रही। नाइट्रोजनके कई यौगिक विस्फोटक होते हैं। वनस्पतिको नाइट्रोजन देनेके लिए एमोनिया मिले पानीसे उसे सींचते हैं।



[सोयाबीनके पौधेकी जड़ पर नाइट्रोजनको स्थायी बनानेवाले जीवाणुओंकी गाँठें। इस तरह स्थायी हुआ नाइट्रोजन भूमिको उपजाऊ बनाता है।]

नाइट्रोजनको संयोजित करनेका करतब कुछ जीवाणु भी करते हैं। वनस्पतिकी और खास तौर पर कुछ दलहनो (द्विदलो)की जड़ोंसे चिपककर ये जीवाणु हवामे रहनेवाले नाइट्रोजनको स्थायी करनेका काम किया करते हैं और इस तरह भूमिको उपजाऊ बनाते हैं।

प्रकृतिमे नाइट्रोजनके रूपान्तरणका चक्र निरन्तर चलता ही रहता है। हवामेसे जीवाणुओंके द्वारा और प्राणियोंके मल-मूत्रमेसे खादके द्वारा वनस्पतियाँ नाइट्रोजन प्राप्त करती हैं। प्राणी वानस्पतिक खाद्योका उपयोगकर अपने मल-मूत्रमे नाइट्रोजनके यौगिक बाहर निकालते हैं, जो पुन वनस्पतियोंके काम आते हैं। इस तरह यह चक्र सतत चलता रहता है।

विरल गैसें

आर्गन, क्रिप्टॉन, जेनॉन, रेडॉन और हीलियम (तथा निऑन) गैसोंको 'विरल' (rare) 'अक्रिय' (inert) अथवा 'उत्तम' (noble) गैसें भी कहा जाता है। मेण्डेलीफकी आवर्त सारणीमे इन गैसोंको गूँथ समूहमे रखा गया है। इसका कारण यह है कि ये गैसें एकाकी और निःसंग हैं, किसीसे भी संयोजित होकर यौगिक नहीं बनाती। उनके यौगिक बनानेमे ठेठ १९६२ मे जाकर सफलता मिली और वह भी बहुत ही सीमित।

केवेंडिशने यह जानकारी दी कि हवामेसे आक्सीजन और नाइट्रोजन निकाल लेनेके बाद एक-आध बुलबुला रह जाता है, लेकिन उसने इस सम्बन्धमे अधिक छान-बीन नहीं की। १८९४ मे रैले और राम्जेने यह खोज की कि नाइट्रोजनमे उसीके सहारे लगभग १ प्रतिशत कोई अन्य गैस भी रहती है। आर्गन ही वह गैस है। उसके बाद राम्जे और ट्रावर्सने मिलकर वायुमण्डलमे ऐसी और भी कुछ निष्क्रिय गैसोंका पता लगाया। उनके नाम हैं, क्रिप्टॉन, जेनॉन, निऑन और हीलियम।

आर्गनका रासायनिक संकेत A है। उसका परमाणुभार ३९.९४४ और परमाणु संख्या १८ है। विजलीके लट्टूमे भरे जानेके अतिरिक्त उसका अभी तक कोई उपयोग ज्ञात नहीं हुआ है।

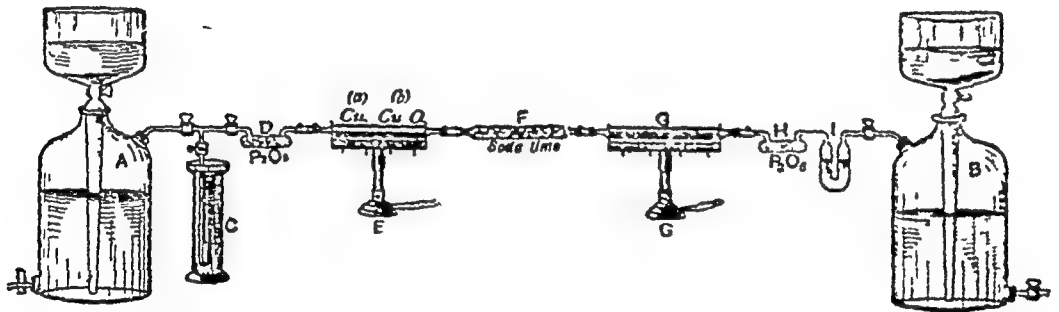
क्रिप्टॉनका संकेत Kr है। उसका परमाणु भार ८३.७ और परमाणु संख्या ३६ है। वायुमण्डलके प्रति एक करोड़ भागमें उसका एक-आध भाग रहता है। इसका उपयोग प्रकाश-स्तम्भमें काम आनेवाले विजलीके गोलें भरनेमें किया जाता है।



सर विलियम राम्जे
(१८५२-१९१६)

जेनॉनका संकेत Xe है। वायुमण्डलमें इसका अनुपात क्रिप्टॉनसे भी कम है। इसका परमाणु भार १३१.३ और परमाणु संख्या ५४ है।

१९६२ में कोलम्बिया विश्वविद्यालयमें वार्टलेटने जेनॉन और प्लैटिनम हेक्साफ्लोराइडकी पारस्परिक क्रियाके द्वारा एक पीला पदार्थ उत्पन्न किया। उसके बाद जेनॉन और फ्लोरिन गैसोंका गर्म मिश्रण करके अन्य रसायनज्ञोंने जेनॉन टेट्राफ्लोराइड बनाया। अब तो प्लैटिनमके अतिरिक्त टंग्स्टन, ऐण्टिमनी, आर्मेनिक, वीरोन आदि धातुओंको जेनॉनसे संयोजितकर बनाये जा सकते हैं। इस सफलताके बाद वैज्ञानिकोंने क्रिप्टॉनको भी नियन्त्रित करनेका प्रयत्न किया है। जेनॉनके यौगिकोंका आक्सीकारक पदार्थोंकी तरह उपयोग किया जा सकता है। इनके उपयोगका एक बड़ा लाभ यह है कि इनसे उत्पन्न होनेवाले सभी



[हवामेंसे आक्सीजन और हाइड्रोजन निकालनेका राम्जेका उपकरण। शेष बचे गैसके बुलबुलेके आधारपर आर्गनकी घोषणा।]

पदार्थ गैसीय होनेके कारण क्रियाके दौरान मैल या कूड़ा जमा नहीं होता। इसलिए राकेटोंमें प्रणोदक पदार्थ (propellant)के रूपमें उपयोग किये जानेके लिए इनके यौगिक बनाये जाते हैं।

सूर्यके वायुमण्डलमें उसके वर्णक्रमके आधारपर लोकियरने १८६८ ई०में हीलियमकी खोजकी थी। १८९४में राम्जेने पृथ्वीके वायुमण्डलमें हीलियमका पता लगाया। क्रिप्टॉन और निऑनको १८९८ में मुक्त किया जा सका। पीअर क्यूरी और मदाम क्यूरीने रेडियमके विकिरण-के दौरान उत्पन्न होनेवाली गैस रेडोनकी खोज की।

निऑन गैसमें तो प्रायः सभी नागरिक परिचित होते हैं। ऊँचे मकानों पर विज्ञापनों की रंगविरंगी विद्युत् ट्यूबें (डडा विजलियाँ) रातमें जगमगा उठती हैं। उन गैसमें निऑन गैस भरी होती है। इसीलिए उन ट्यूबोंको 'निऑन साइन लाइट' कहते हैं। निऑनका मोल N_0 परमाणुभार २०.१८३ और परमाणु संख्या १० है।

रेडोनका सक्रेत R_{11} परमाणुभार २२२ और परमाणु संख्या ८६ है। यह रेडियमों पदार्थ है और कैंसरकी चिकित्सामें काम आता है।

हीलियमका सक्रेत He_2 या He , परमाणुभार ४.००२ और परमाणु संख्या २ है। द्रव हीलियमके दो स्वरूप हैं— He_1 और He_2 । He_2 ऊष्मा संचालक है और इसकी ऊष्मा संचालन-क्षमता ताँबेसे एक हजार गुना अधिक है। ठोस हीलियमको खूब दबाया जा सकता है। यदि उसे किसी खुले प्यालेमें भरा जाए तो प्यालेके किनारे-किनारे ऊपर चढ़कर आर बाहरकी ओर भी प्यालेकी दीवालके सहारे नीचे उतरकर, दीवाल फादकर जेलमें भागने वाले कैदीकी तरह, अलोप हो जाता है। हीलियमका उपयोग वायुयानोंमें भरनेके लिए किया जाता है। रेडियमों पदार्थोंके विकिरण तथा कुछ प्रकारके गर्म पानीके झरनोंमें हीलियम गैस निकलती है।

इन सभी विरल गैसोंसे नाम-मात्रके रॉगिक बनाये जा सके हैं। उनकी संयोजकता ८ है, इसलिए कुछ लोगोका कहना है कि इनके समूहको शून्य कहनेमें बढले आठ कहना चाहिए।

गन्धक, फॉस्फोरस, सिलिकोन

गन्धक—गन्धकमें अपने नामके अनुरूप गन्धका विनिष्ट गुण होता है। शुद्ध गन्धक और उसके रॉगिक गन्धमें पहचान लिये जाते हैं। यूनानी कवि होमरने, जो ईसाके ९०० वर्ष पूर्व ई.पू. गन्धकका उल्लेख किया है। सभी कीमियागरोंने किमी-न-किमी रूपमें गन्धकका उपयोग किया है। गन्धक एक मूल तत्त्व है, यह तो सबसे पहले फ्रान्सीसी रसायनवेत्ता बर्थालियेने प्रतिपादित किया था।

दुर्गन्धिया गन्धक, आँवलासार गन्धक, और फूल गन्धकका द्रव-जैसा गंधेद चूर्ण—ये सब गन्धकके ही रूप हैं। गन्धकके निक्षेप भारतवर्षमें नहीं के बराबर हैं इसलिए हमें गन्धक विदेशोंमें ही मँगाना पड़ता है। खरके वन्यजीकरणमें गन्धककी जन्म पड़ती है। दवाइयोंमें भी

१. भारतीय प्राचीन आयुर्वेदमें चार प्रकारके गन्धकका उल्लेख मिलता है—पीत, रक्त, श्वेत और कृष्ण, इनमें काला गन्धक दुर्लभ कहा गया है।

२. प्राकृतिक गन्धकका कोई भी निक्षेप भारतमें नहीं है। लेकिन गन्धकके रॉगिकों, नाइट्रों पास्फाइट) और कैल्को माधिकों (चार्को पास्फाइट)के निक्षेप अवश्य हैं। ब्रिटेन, ताँबा तथा गन्धकके रॉगिक कैल्को माधिकोंके उत्तम निक्षेप मिह्मस (ब्रिटेन)में मोनाबानीके समीप स्थित हैं। माधिकोंके निक्षेपोत्त विहार, बर्मा और पञ्जाबके अनेक भागोंमें पता चलता है। एक निक्षेप तारुम ग्रेन (सिमला)के समीप हिमाचल पर्वतोंमें और दूसरा अमजोन (नाहाबद विहार)में स्थित है। माधिकोंके दो निक्षेपोंमें ८०% गन्धक होनेकी बात कही जाती है। संसारके विभिन्न देशों में गन्धकके निक्षेपोंकी विविधता है। १६५० में ३.०० ८०,००० टन सिंधी रसायन १.०६, २८१ टन गन्धक आयात किया गया था।

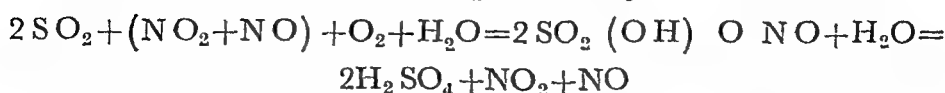
गन्धकका उपयोग होता है। फसलको हानि पहुँचानेवाले कीट-पतंगों और फफूँदाग नाश करनेके लिए जो विपैली दवाइयाँ छिड़की जाती हैं उनमें भी गन्धकका उपयोग किया जाता है।

गन्धकको जलानेसे उसका डाइआक्साइड बनता है, जिसे उसकी उग्र गन्धमें पहचाना जा सकता है। गर्म कपड़ोंपर लगे दागोंको मिटाने—विरजन करनेमें गन्धकके डाइआक्साइडका उपयोग किया जाता है। पानीसे रासायनिक संयोगकर वह सल्फ्यूरम अम्ल बनाता है। लेकिन यह अम्ल तनु (weak) होता है। गन्धकका अम्ल बनानेके लिए सल्फरका ट्राइआक्साइड आवश्यक है। हवामें उसका आक्सीकरण होने पर गन्धकका अम्ल बनता है।

गन्धकका सबसे अधिक उपयोग गन्धकका तेजाब (गन्धकाम्ल) बनानेमें किया जाता है। गन्धकके अम्लको 'उद्योगोका राजा' कहते हैं। उसके अभावमें बहुतमें रासायनिक उद्योग हमेशाके लिए बन्द हो जाएँगे। किसी भी देशकी औद्योगिक प्रगतिका मापदण्ड उस देश द्वारा उपयोगमें लाये जानेवाले गन्धकाम्लकी मात्रा है। सल्फर ट्राइआक्साइडकी पानीमें क्रिया करनेपर गन्धक (सल्फ्यूरिक) अम्ल बनता है। उसका रासायनिक सूत्र H_2SO_4 है। कामीम (हीरा कमीम) अर्थात् लौहके सल्फेटका उपयोग प्राचीनकालसे रंग और स्याहियाँ बनानेमें होता आया है। कीमियागर इस कासीसका आसवन कर गन्धकका अम्ल बनाते थे। कामीमको अंग्रेजीमें विट्रियल कहते हैं, इसलिये यूरोपमें गन्धकके अम्लका पुराना नाम 'विट्रियलका तेल' प्रचलित था।

आज गन्धकाम्ल बनानेमें दो प्रमुख विधियाँ काममें लाई जाती हैं। एक विधिको सीमकक्ष (lead chamber) विधि और दूसरीको सम्पर्क विधि (contact process) कहते हैं। इन दोनों विधियोंमें सल्फर डाइआक्साइडसे सल्फर ट्राइआक्साइड बनानेके लिए उत्प्रेरकोका उपयोग किया जाता है। सीमकक्ष विधिमें नाइट्रोजनके आक्साइड उत्प्रेरकका काम करते हैं, सम्पर्क विधिमें इसके लिए प्लेटिनमके चूर्णका उपयोग किया जाता है।

सीमकक्ष विधि संक्षेपमें इस प्रकार है गन्धक या गन्धकयुक्त खनिजको जलाकर उत्पन्न होनेवाली सल्फर डाइआक्साइड गैस और हवाके मिश्रणको नाइट्रोजन आक्साइडके साथ सीमसे मटे हुए एक बड़े कक्षमें ले जाते हैं, जहाँ पानीका महीन फव्वारा निरन्तर चलता रहता है। उस कक्षमें पानीकी क्रियासे डाइआक्साइडसे ट्राइआक्साइड बनता है। नाइट्रोजन आक्साइड अपना आक्सीजन सल्फर डाइआक्साइडको प्रदान करता है इसलिए ट्राइआक्साइड बननेपर उससे पानीके साथ सल्फ्यूरिक एसिड अर्थात् गन्धकाम्ल बन जाता है। इस क्रियाके बाद मुक्त होनेवाले नाइट्रोजन आक्साइडको पुनः काममें ले लिया जाता है। इस विधिसे बनाया हुआ अम्ल तनु (पतला) होता है, उसमें ३० प्रतिशत पानी रहता है। उसे सान्द्र करना पड़ता है।



सम्पर्क विधि आविष्कृत तो हुई थी १८३१में, परन्तु १९०१ तक उसका उपयोग नहीं किया गया। जर्मनीमें कृत्रिम (संश्लिष्ट) नीलके लिए अनुसन्धान किये जा रहे थे। इस कार्यमें बहुत ही उग्र (सान्द्र) अम्ल प्रचुर मात्रामें चाहिए। कक्ष विधिसे बना अम्ल तनु होनेके कारण इस कार्यके

उपयुक्त सिद्ध न हुआ। इसलिए सम्पर्क विधि खोज निकाली गई, जिसकी सफलताने उद्योगोके इतिहासमे नये अध्यायका आरम्भ किया।

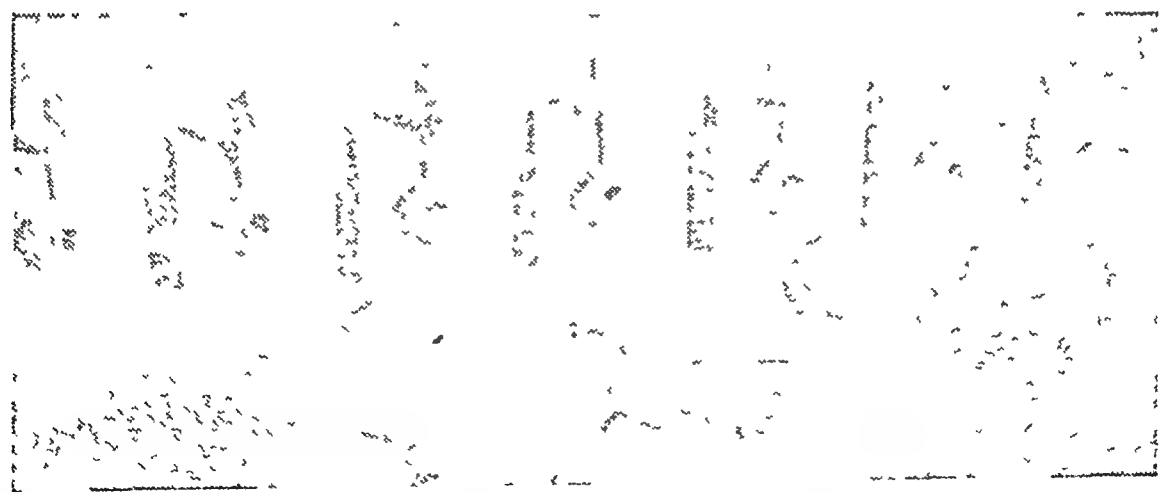
इस विधिमे विशुद्ध सल्फर डाइआक्साइड आवश्यक है, नहीं तो सम्पर्क करनेवाला पदार्थ प्लेटिनम निष्क्रिय हो जाता है। कोट्रेवने इस शुद्धिकरणके लिए विद्युत् अवक्षेपणको अपनाकर सम्पर्क-विधिको हर तरहसे पूर्णतापर पहुँचा दिया। यह विधि अधिक कार्यक्षम है, इससे अधिक सान्द्र (उग्र) अम्ल बनता है, जो अधिक विशुद्ध भी होता है और इसीलिए सीसकक्ष विधि अब प्रायः वेकार ही हो गई है।

गन्धकाम्ल किसी भी विधिसे क्यों न बनाया जाए उसके लिए सल्फर ट्राइआक्साइड और सल्फर ट्राइआक्साइड बनानेके लिए गन्धक अथवा गन्धकके यौगिकोंकी जरूरत तो होती ही है। गन्धकयुक्त धातुओंके खनिजको पाइराइट अथवा 'माक्षिक' कहते हैं। उसमेसे धातुशोधनके समय निकलनेवाली गैसोंको सल्फर डाइआक्साइड कहते हैं। उन गैसोंका वही और उसी समय उपयोग करके गन्धकाम्ल बना लिया जाता है। अभी हालमे कैल्सियम सल्फेट—सेलखड़ी पत्थर-से गन्धकाम्ल बनानेकी एक विधि खोजी गई है। भारतमे सेलखड़ी पत्थर प्रचुर मात्रामे मिलता है, इसलिए उससे गन्धकाम्ल बनाना हमारे देशके लिए काफी सुविधाजनक रहेगा।

गन्धकका एक सुपरिचित यौगिक हाइड्रोजन सल्फाइड (H_2S) है। गन्धे कुँकी सफाई, गटरके रुक जाने या बन्द पानीके सडनेपर जो दुर्गन्ध उडती है वह हाइड्रोजन सल्फाइडकी ही होती है। सडाध या सडे अण्डोंसे भी यह गैस निकलती है। प्रयोगशालामे एक रासायनिक क्रियाके रूपमे हाइड्रोजन सल्फाइडका इस्तेमाल विज्ञानके सभी विद्यार्थियोंको ज्ञात है।

गर्म पानीके कुछ स्रोतोंसे जो गन्ध आती है वह मुख्यतः गन्धकके सल्फाइडकी ही होती है।

सिलिकोन—सिलिकाका अर्थ है बालू। उससे प्राप्त होनेवाले मूल तत्त्वका नाम सिलिकोन है। सिलिकोनका रासायनिक सूत्र Si परमाणुभार २८.०६ और परमाणु संख्या १४ है। उसकी

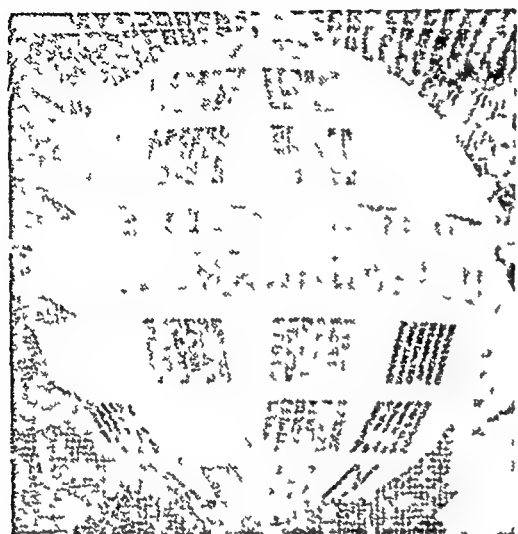


जर्मैनियमके साथ ट्रांजिस्टरके बराबर ध्वनि प्रवर्धन करनेवाला सिलिकोनका ट्रांजिस्टर

संयोजकता ४ यानी कार्बनके बराबर है। उसके यौगिक दुनियामे सर्वत्र व्याप्त हैं। नदीकी बालूमे लेकर कई मूल्यवान रत्नों तक सिलिकोनके यौगिक हैं। शुद्ध सिलिकोन भगुर होता है और वह

धातु एवं अधातुकी मध्यस्थितिवाली उपधातु (metalloid) है। विद्युत् भट्ठीमें वालू और कार्बनको तपानेसे सिलिकोन उपधातु वालूमेसे मुक्त होती हैं।

एल्यूमीनियम, ताँबा, मैग्नेशियम आदि धातुओंमें सिलिकोन मिलाकर मिश्र धातुएँ बनाई जाती हैं। वालूका उपयोग काँच बनानेमें किया जाता है। वालू और कार्बनको गर्मकर सिलिकोन



उपग्रह में सूर्य ऊर्जासे चलनेवाली सिलिकोन सेलकी बैटरीकी माला, जिससे प्रति वर्गगज ९० वाट विद्युत् पैदा होती है।

डलाईके साचे बनानेमें, जलावरोधी लेप (water repellent coating), पालिश, स्नेहक (lubricants), अगराग और सौन्दर्य प्रसाधन बनानेके काम आता है। सिलिकोन एस्टरका उपयोग रंग-रोगन बनाने और तरल ऊष्मा-अन्तरण (heat transfer fluid)की तरह किया जाता है।

अब सिलिकोन रसायन कार्बन रसायनका प्रतिस्पर्धी होता जा रहा है। सिलिकोन कार्बन के जैसे ही आयन और सहसंयोजक बन्ध (co-valent bonds) धारण कर सकता है। आक्सीजनसे इसकी बन्धता (affinity) अधिक होनेके कारण यह मूल तत्त्व प्रकृतिमें अपनी योगिक अवस्थामें प्राप्त होता है।

सिलिकोनके स्फटिक सामान्यतः तनु अम्लमें अविलेय, परन्तु शोरेके सान्द्र अम्ल और लवणके अम्लके मिश्रण (Aqua regia) में धीमी गतिसे विलेय है, और सिलिकोन टेट्राक्लोराइड बनाते हैं।

मिथाइल सिलिकोन तेल स्नेहक एवं विद्युदपारक (dielectric) द्रवोंके रूपमें उच्च ताप-पर भी काम दे सकते हैं। विनाइल-सिलिकोन ट्राइक्लोराइड ग्लास फाइबर—रेशोके दृढीकरणमें उपयोग किया जाता है। सिलिकोन द्रवोंका पृष्ठ तनाव कम होता है इसलिए वे फेन विरोधी पदार्थोंके रूपमें अच्छा काम देते हैं। सिलिकोन खर कम तापपर भी सुनम्य (flexible) रह सकता है और उच्च तापपर अपने गुणोंको बनाये रखता है।

इस प्रकार सिलिकोनका महत्त्व दिनोदिन बढ़ता जा रहा है और उसके योगिकोंके नये-नये उपयोग खोजे जा रहे हैं।

वालूका सामान्य उपयोग सीमेंट या चूनेकी चिनाईमें किया जाता है। वालू सिलिकोनका आक्साइड है। चकमक पत्थर, विल्लौरी सग जराहत, अभ्रक आदि अनेक पदार्थोंमें सिलिकोन होता है। चाक और सगमरमरको छोड़कर एक भी पत्थर ऐसा नहीं होता जिसमें सिलिकोन न हो।

सीमेंट केलसियम सिलिकेटो और एल्यूमिनेटोका महीन चूर्ण है। साधारण सीमेंट पोर्टलैंड सीमेंट है। पानीके साथ मिलानेसे उसके सिलिकेट और एल्युमिनेट बड़ी दृढ़तामें पानीके साथ संयोजित होकर चिपक जाते हैं।

फॉस्फोरस—हेनिंग ब्राण्ड नामक एक चिकित्सक-कीमियागरको १६६९ ई०में चांदीसे सोना बनानेकी धुन सवार हुई। उसने चांदीसे सोना बनानेके लिए मूत्रका उपयोग किया। अपने इस प्रयोगसे उसे सोना तो नहीं मिला, परन्तु मोम-जैसा एक मुलायम पदार्थ अवश्य मिला। वह पदार्थ अंदरेमें जगमगाता था। उसके बाद जॉन कुकल (१६३०-१७०२) ने भी मूत्रको गरम कर कई क्रियाओंके बाद उससे फॉस्फोरस बनाया था। रावर्ट ब्रांडलको भी फॉस्फोरस बनानेमें सफलता मिली थी। उसके एक साथी ए० जी० हेक्विनने तो तीन पौण्ड और एक औंस फॉस्फोरस बेचनेका विज्ञापन भी छपवाया था।

१७६९ ई०में स्वीडनके वैज्ञानिकद्वय शील और गाहने यह घोषणा की कि हड्डियोंमें फॉस्फोरस होता है और उन्होंने हड्डियोंमेंसे फॉस्फोरसको मुक्त भी किया।

फॉस्फोरसके बिना जीवन संभव नहीं। क्या वनस्पति और क्या प्राणी-शरीर सबकी कोशिकाओंके न्यूक्लियोप्रोटीनमें फॉस्फोरस रहता है। नाइट्रोजनकी ही तरह फॉस्फोरसका परिभ्रमण चक्र भी सतत चलता रहता है। जमीनमें रहनेवाले फॉस्फेट क्षारोंसे वनस्पतिमें, वनस्पतिमें जीवधारियोंके शरीरमें और जीवधारियोंके मर कर दफन हो जानेपर पुन जमीनमें जा मिलता है। जीवित प्राणीके मल-मूत्रमें भी फॉस्फेटके धार रहते हैं। जमीनको उपजाऊ बनानेके लिए फॉस्फेटके क्षारोंकी जरूरत पड़ती है।

फॉस्फोरस दो तरहका होता है। एक तो पीला, मोम-जैसा मुलायम, विपैला और जल्दीमें जल उठनेवाला। सामान्य तापपर, यहाँ तक कि मानव शरीरकी गरमीसे भी वह जल उठता है, इसलिए उसे पानीके अन्दर रखा जाता है। पहले उसका उपयोग दियासलाईयाँ बनानेमें किया जाता था, परन्तु जहरीला होनेके कारण दियासलाईके कारखानोंमें काम करनेवालोंको हड्डियोंका रोग हो जाता था, इसलिए पीले फॉस्फोरसका उपयोग करनेकी मनाही कर दी गई।

लाल फॉस्फोरस जहरीला नहीं होता। जलानेके लिए जिस पट्टीपर दियासलाईको घिसा जाता है, उस पट्टीपर यह फॉस्फोरस लगा होता है। इस तरहकी दियासलाईयाँ मेफ्टी मैचेंज—सुरक्षित दियासलाईओंके नामसे पुकारी जाती हैं क्योंकि जहाँ-तहाँ घिसनेसे वे जलती नहीं हैं।

प्रकृतिमें प्राप्त होनेवाले कैल्सियम फॉस्फेटका उर्वरककी तरह उपयोग नहीं किया जा सकता, क्योंकि वह पानीमें अविलेय है। कैल्सियम फॉस्फेटको पीसकर आटे-जैसा महीन चूर्ण बना उसपर गन्धकाम्लकी क्रिया करनेमें सुपर फॉस्फेट बनता है। इस सुपर फॉस्फेटका उपयोग वनस्पतिके उर्वरकके रूपमें किया जाता है।

फॉस्फोरसके कुछ यौगिक भारी पानी (hard water)को हल्का बनानेके काम आते हैं।

फॉस्फोरसका एक यौगिक फॉस्फिन (PH_3) है। उससे गन्ध आती है। हवामे वह अपने-आप जल उठता है। ज्मशान भूमिकी नम जगहोसे निकलनेवाली गैसोमे पक (मार्ग) गैम और फॉस्फिन खास तोरपर होती हैं और मरघटमे भूत-लीलाकी लपटोका असली कारण यही है।

परमाणुभारकी सारणी

(अन्तर्राष्ट्रीय परमाणु-भार, १९६१, कार्वन-१२ पर आधारित)

मूलतत्त्व	सकेत	परमाणु सख्या	परमाणु भार
एक्टिनियम	Ac	८९	२२७
एल्यूमीनियम	Al	१३	२६ ९८१५
अमेरिशियम	Am	९५	२४३*
एटिम्नी	Sb	५१	१२१.७५
आर्गन	Ar	१८	३९ ९४८
आर्सेनिक	As	३३	७४ ९२१६
एस्टेटाइन	At	८५	२१०*
बेरियम	Ba	५६	१३७ ३४
बर्कैलियम	Bk	९७	२४९
बेरिलियम	Be	४	९ ०१२२
बिस्मथ	Bi	८३	२०८ ९८०
बोरोन	B	५	१० ८११
ब्रोमिन	Br	३५	७९ ९०९
केडमियम	Cd	४८	११२ २०
कैल्सियम	Ca	२०	४० ०८
कैलिफोर्नियम	Cf	९८	२४९~
कार्वन	C	६	१२ ०१११५
सेरियम	Ce	५८	१४० १२
सीजियम	Cs	५५	१३२ ९०५
क्लोरीन	Cl	१७	३५ ४५३
क्रोमियम	Cr	२४	५१ ९९६
कोबाल्ट	Co	२७	५८ ९३३२
कॉपर (ताँबा)	Cu	२९	६३ ५४

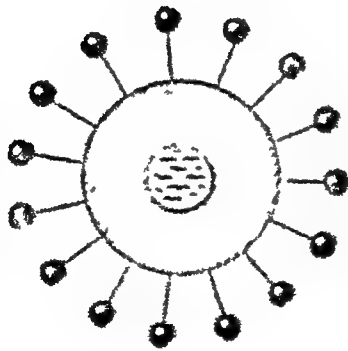
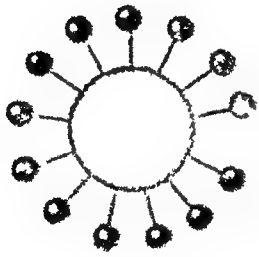
१ सर्वाधिक स्थायी समस्थानिकका परमाणु-भार।

मूल तत्त्व	संकेत	परमाणु संख्या	परमाणु भार
क्युरियम	Cm	९६	२४३
डिरप्रोमियम	Dy	६६	१६२ १०
आइन्स्टीनियम	Es	९९	२५३
एवियम	Ei	६८	१६३ २६
युरोपियम	Eu	६३	१५१ ९६
फर्मियम	Fm	१००	२५६
फ्लोरिन	F	९	१८ ९९९९
फ्रांसियम	Fr	८७	२२३
गेडोलिनियम	Gd	६४	१५७ २५
गैलियम	Ga	३१	६९ ८३
जर्मेनियम	Ge	३२	८३ ५९
गोल्ड (स्वर्ण)	Au	७९	१९६ ९६३
हाफनियम	Hf	८२	१८८ ९५
हेलियम	He	२	४ ०००३
होल्मियम	Ho	६८	१६४ ९३०
हाइड्रोजन	H	१	१ ००००००
इण्डियम	In	४९	११४ ८३
आयोडिन	I	५३	१२६ ९०४४
उरीडियम	Ir	७७	१९२ २०
आयर्न (लोह)	Fe	२६	५५ ८६३
क्रिप्टॉन	Kr	३६	८३ ८०
लेन्थेनम	La	५७	१३८ ९१
लेड (सीस)	Pb	८२	२०७ १९
लिथियम	Li	३	६ ९३९
लॉरेन्सियम	Lw	१०३	२५७
लुटेटियम	Lu	८१	१८४ ९७
मैग्नेशियम	Mg	१२	२४ ३१३
मैंगनीज	Mn	२५	५५ ९५८५
मेटेलेकियम	Md	१०१	२५६
मरकुरी (पारा)	Hg	८०	२०० ५
मोन्ट्रोनेल	Mo	४२	९६ ९९
निओबियम	Nb	४१	९३ ९९
नियोन	Ne	१०	२० १८३
नोबेलियम	Np	९३	२३७

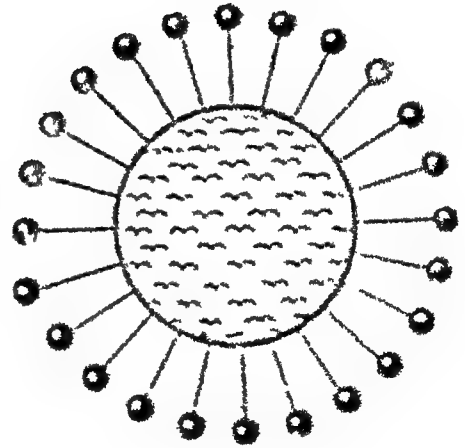
मूल तत्त्व	संकेत	परमाणु सत्या	परमाणु भार
निकल	Ni	२८	५८.७१
नियोबियम	Nb	४१	९२.९०६
नाइट्रोजन	N	७	१४.००६७
नोबेलियम	No	१०२	२५३
ऑस्मियम	Os	७६	१९०.२
ऑक्सीजन	O	८	१५.९९९४
पेलेडियम	Pd	४६	१०६.४
फॉस्फोरस	P	१५	३०.९७३८
प्लेटिनम	Pt	७८	१९५.०९
प्लुटोनियम	Pu	९४	२४२
पोलोनियम	Po	८८	२१०
पोटेसियम	K	१९	३९.१०२
प्रेस्पोजियम	Pr	५९	१४०.९०७
प्रोमिथियम	Pm	६१	१४६
प्रोटेक्टिनियम	Pa	९१	२३१
रेडियम	Ra	८८	२२६.०५
रेडोन	Rn	८६	२२२
रेनियम	Rc	७५	१८६.२
रोडियम	Rh	४५	१०२.९०५
रुडियम	Rb	३७	८५.४७
रुथेनियम	Ru	४४	१०१.०८
मेरियम	Sm	६२	१५०.३५
सैफ्टियम	Se	२१	४४.९५६
लेनियम	Sc	३४	७८.९६
लिकोन	Si	१४	२८.०८६
ल्वर (रौप्य)	Ag	४७	१०७.८७०
डियम	Na	११	२२.९८९८
गन्धक	Sr	३८	८७.६२
टेलम	S	१६	३२.०६४
पेटियम	Ta	७३	१८०.९४८
रुरियम	Tc	४३	९९
थियम	Te	५२	१२७.६०
थियम	Tb	६५	१५८.९२४
	Tc	८१	२०४.३७

थोरियम
थुलियम
टिन (रांगा)
टिटेनियम
टंगस्टन
युरेनियम
वेनेडियम
जेनोन
यिट्रियम
यिट्रियम
जिक (जम्न)
जिरकोनियम

Th	९०
Tm	६०
Sn	५०
Ti	२२
W	८६
U	९२
V	२३
Xe	५४
Yb	८०
Y	३९
Zn	३०
Zr	४०



परमाणु



१७ : रसायन-उत्पादक उद्योग

किसी भी देशकी अर्थव्यवस्थामे रसायन-उत्पादक उद्योगका स्थान अत्यन्त महत्त्वपूर्ण होता है। क्योंकि अन्य उद्योगोंका विकास इसीपर निर्भर करता है। देशमें रसायन-उत्पादनका जितना ही विकास होगा वहाँके अन्य उद्योग उतनी ही उन्नति करेंगे, उस देशके अद्युते साधन-स्रोतोंका उपयोग कर सकनेवाले उद्योगोंके विकासका आरम्भ किया जा सकेगा, और देशके औद्योगीकरणमें प्रगति हो सकेगी। इसीलिए रसायन-उत्पादक उद्योगको सही अर्थमें अन्य उद्योगोंकी 'चाभी' या 'जननी' कहा जाता है।

देशको इस उद्योगकी आवश्यकता चार कारणोंसे है

- (१) आधुनिक युद्धोंमें देशकी सुरक्षाके हेतु उपयोगी सामग्री बनानेके लिए,
- (२) शान्तिकालमें कृषि उपयोगी उर्वरक बनानेके लिए,
- (३) कपड़ा, रंगरोगन, काँच, प्लास्टिक, साबुन, तेल आदि दैनिक उपयोगकी वस्तुएँ बनाने वाले अन्य उद्योगोंके लिए आवश्यक रसायनोंके उत्पादनके लिए, और
- (४) सार्वजनिक स्वास्थ्यके लिए आवश्यक दवाइयाँ आदि बनानेके लिए।

किसी जमानेमें युद्ध-संचालनमें शारीरिक बलको महत्त्व दिया जाता था। बादके आविष्कार-से इस स्थितिमें परिवर्तन हुआ और तोप-बन्दूक आदि हथियारोंका महत्त्व बढ़ गया। आधुनिक कालमें नये-नये आविष्कारोंके परिणामस्वरूप नये-नये शस्त्र अस्तित्वमें आये, और आजके युद्ध-संचालनमें रसायनोंकी भूमिका अत्यन्त महत्त्वपूर्ण हो गई। अब सैनिकोंकी सत्तासे कहीं अधिक महत्त्व रसायनोंका है। संक्षेपमें यह कि वर्तमानकालमें आधुनिक रसायन-उद्योग युद्धके लिए गोला-बारूद और अन्य सामरिक वस्तुएँ बनानेके लिए नितान्त आवश्यक हो जाता है। सुव्यवस्थित और सुसंचालित रसायन-उत्पादनको युद्ध-सामग्रियोंकी चाभी कहा जा सकता है।

आधुनिक युद्धका निर्णयात्मक हथियार परमाणु बम है आजका युद्ध केवल सैनिकों अथवा शस्त्रास्त्रोंके बलपर नहीं लड़ा जा सकता, वह लड़ा जाता है शस्त्रों और सामरिक साधनोंकी आधुनिकताके बल पर। इसलिए जिस देशमें औद्योगीकरणका स्तर उन्नत होगा वही आधुनिक संहार-साधनोंका उत्पादन कर सकेगा। इन सब चीजोंकी पूर्तिके लिए सुस्थापित और सुविकसित रसायन-उत्पादक उद्योग आवश्यक हो जाता है। इसलिए देशके औद्योगीकरणकी योजनाओं और प्रचलित उद्योगोंकी व्यवस्था एवं विकासमें देशकी सुरक्षात्मक आवश्यकताओंको प्राथमिक स्थान देना स्वाभाविक ही है। एक बार मान भी लिया जाए कि संयुक्त राष्ट्र सघ युद्धोंको समाप्त करनेके अपने अभियानमें सफल हो जाता है, फिर भी प्रत्येक राष्ट्रको इस संस्थाके कार्यमें अपना योगदान

तो करना ही होगा। इसलिए यह स्पष्ट है कि रसायन-उत्पादनके सुव्यवस्थित औद्योगीकरणके बिना किसी भी राष्ट्रका काम चल नहीं सकता।

हमारा देश कृषि-प्रधान है। आबादीका अधिकतर भाग खेतीपर निर्भर करता है। फिर भी हमारे यहाँ खेती बहुत पुराने ढंगसे की जाती है। फसलोकी पैदावार और अन्य कृषि कार्योंमें हमारा देश बहुत पिछड़ा हुआ है। इन सब कमियों और पिछड़ेपनको दूर किया जा सकता है। जमीनको आवश्यक उर्वरक नहीं मिल पाते। पैदावार बढ़ानेके लिए उर्वरक आवश्यक है। यदि देशका रसायन-उत्पादन उद्योग अच्छी तरह विकसित और उन्नत हो तो सस्ते मूल्य पर उर्वरकोकी माँगको पूराकर पैदावार बढ़ाई जा सकती है। कपड़ा, चीनी, तेल, दवा, रंग आदि दैनिक उपयोगकी चीजे बनानेमें और हमारे जीवनकी प्राथमिक आवश्यकता, अन्नका उत्पादन करनेके लिए खेतीमें जिन महत्वपूर्ण रसायनकोकी आवश्यकता होती है उनके निर्माणमें भारी रसायनकोका उद्योग (heavy chemicals industry) बहुत ही महत्वपूर्ण भूमिका अदा करता है। जो देश भारी रसायनक प्रचुर मात्रामे पैदा करता है उसका आधुनिक सांस्कृतिक स्तर उतना ही उन्नत माना जाता है। ऐसी है भारी रसायन-उत्पादक उद्योगकी महिमा।

इन भारी रसायनकोमें गन्धकका तेजाब—सल्फ्यूरिक अम्ल सबसे पहले नम्बर पर आता है। उसे रसायनकोका राजा कहा जाता है। विज्ञानकी दुनियामे यह कहावत प्रसिद्ध है कि गन्धकका तेजाब उद्योगकी माता है। यह तेजाब (अम्ल) जितना सस्ता बनाया जा सकेगा उतने ही अनुपातमें औद्योगिक प्रगति हो सकेगी।

हमारे देशमें इस अम्लको बनानेमें सबसे बड़ी कठिनाई—गन्धक है। हमें आयातित गन्धक-पर निर्भर करना पड़ता है। हमारे देशका सल्फ्यूरिक अम्लका उत्पादन एक लाख टनसे ऊपर पहुँच गया है। लगभग ५० कारखाने इस अम्लको बनाते हैं। कच्चे मालके लिए दूसरो पर निर्भर करना किसी भी उद्योगके लिए अच्छी बात नहीं। देश में सरलतासे उपलब्ध अन्य गन्धकित पदार्थोंसे यह अम्ल बनानेकी दिशामें किये जानेवाले शोध-खोजके प्रयत्नोंको प्रोत्साहन दिया जाना चाहिए। इस तरहके पदार्थोंमें बिहारके सिंहभूम जिलेमें प्राप्त होनेवाले कैल्कोमाक्षिको (chalcopyrites) राजस्थान, मद्रास और उत्तर प्रदेशमें मिलनेवाले सैलखडी और असमके कोयलेका नाम निर्देश किया जा सकता है। असमसे निकलनेवाले कोयलेमें ४ प्रतिशत गन्धक है। इस गन्धकका उपयोग कर लिया जाए तो उद्योगको बहुत राहत मिल जाएगी।

अन्य भारी रसायनकोमें ऐमोनिया, नाइट्रिक अम्ल, हाइड्रोक्लोरिक अम्ल और उनके क्षार, मैग्नेशियमके क्षार, कासीस, नीलाथूथा आदिका समावेश होता है। इनके अतिरिक्त कास्टिक सोडा, पोटाश, धोने और खानेका सोडा, बाइक्रोमेट और दूसरे उपयोगी भारी रसायन भी औद्योगिक विकासके लिए आवश्यक समझे जाते हैं।

हाइड्रोक्लोरिक अम्ल (लवणका तेजाब) हमारे दैनिक उपयोगके नमकसे बनाया जाता है। लवणको गन्धकके अम्लसे संयोजित करने पर यह अम्ल बनता है। वह गैसीय अवस्थामें रहता है। ठण्डा करनेसे वह द्रव नहीं होता। पानीमें पारित करनेसे हाइड्रोक्लोरिक अम्लका विलयन तैयार होता है। बाजारमें बेचे जानेवाले अम्लमें ३२-३३ प्रतिशत अम्ल रहता है। अब नई विधियाँ सामने आती जा रही हैं। (१) हाइड्रोजनके साथ क्लोरिनको वैद्युत विधिसे जलानेपर

यह अम्ल बनता है। (२) गरम कोयले पर क्लोर्गि और वाष्प पार्गि कर्गने भी यह अम्ल बनता है, इससे उत्प्रेरणके लिए लोहके धारगेका उपयोग किया जाता है। (३) च्वणमे मोडा बनानेके उद्योगमे यह अम्ल उपोत्पादके रूपमे प्राप्त होता है।

सल्फ्यूरिक, नाइट्रिक और हाइड्रोक्लोरिक अम्ल मान्द्र अथवा तीव्र अवस्थामे बहुत हानिकारक होते हैं। इसलिए इन अम्लोका उपयोग करते समय सूत्र सावधानी बरतनी होती है। खासकरके सल्फ्यूरिक अम्लके मामलेमे तो सबसे अधिक सतर्क रहना आवश्यक है क्योंकि उसकी एक नन्ही-सी बूंद भी कपडे पर गिरी तो उस जगह कपडा जल जाता है। खुले गरीरपर गिरनेमे चमडी जलकर घाव हो जाता है। उसमे पानी डालते समय भी बहुत सावधानी रखनी पडती है।

एक खास ध्यानमे रखने-जैसी अद्भुत बात यह है कि सल्फ्यूरिक अम्ल उसी कपडोको नहीं जला पाता।

हवा और पानीके बाद दैनिक उपयोगकी चीजोमे लवण जैसा पदार्थ शायद ही कोई होगा। हमारे भोजनका वह अत्यन्त उपयोगी अंश है। पशुओकी ग्रासमे भी लवणका महत्त्वपूर्ण स्थान है। इसके सिवा उद्योगोमे भी लवणका स्थान बहुत ही महत्त्वपूर्ण है। जो स्थान अम्लोमे सल्फ्यूरिक अम्लका है वही धारोमे लवणका समझना चाहिए। लवणमे मोडा बनानेका उद्योग 'एलकेली उद्योग' कहलाता है। रसायनक बनानेके उद्योगमे एलकेली बनानेका उद्योग सबसे पहले नम्बरपर आता है। उसमे लवणका कच्चे मालके रूपमे उपयोग किया जाता है।

लवणके बाद हमारे जीवनमे महत्त्वकी दृष्टिसे दूसरे नम्बरका रसायन, सोडा—विज्ञानकी परिभाषामे, 'सोडियम कार्बोनेट' है। हमारे स्वास्थ्यकी रक्षामे सोडेका योगदान सर्वाधिक है। हमारे गरीरकी सफाई और कपडे आदिकी धुलाईमे काम आनेवाले साबुन और उस प्रकारके अन्य बहुतसे पदार्थ सोडेके बिना बनाये ही नहीं जा सकते। पुराने जमानेमे समुद्र तटपर उगनेवाली वनस्पतिकी राखसे अगुद्ध सोडा निकाला जाता था। सज्जीखार पापडखार, गन्ना आदिसे भी सोडा प्राप्त होता है। आधुनिक समयताके विकास और प्रसारके साथ-साथ सोडेका उपयोग भी खूब बढ़ा है। काँच बनानेमे सोडेका प्रचुर उपयोग होता है। सोडियमके विभिन्न धार बनानेमे सोडा ही मूल पदार्थ है।

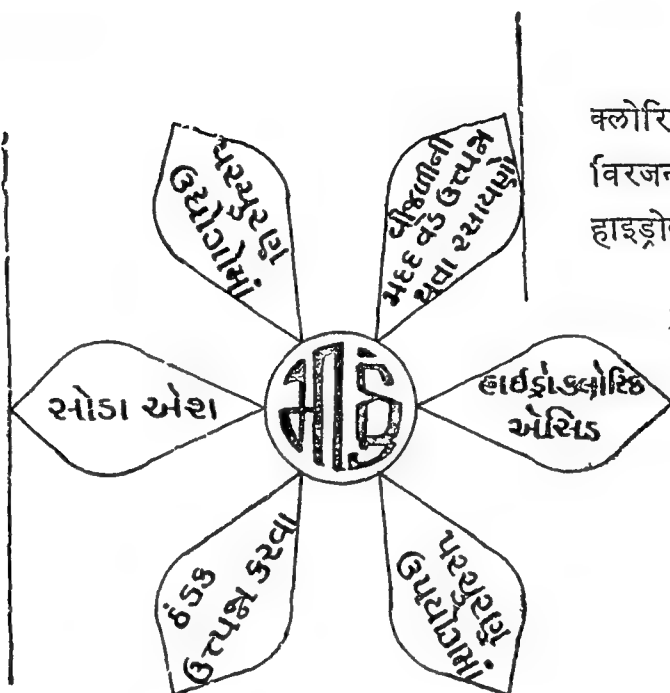
लवणसे सोडा बनानेकी दो विधियाँ प्रचलित हैं (१) मल्लाङ्ककी विधि और (२) सोल्वेकी विधि या 'ऐमोनिया-सोडा-प्रक्रिया'।

मल्लाङ्ककी विधिमे पहले लवणको सल्फ्यूरिक अम्लके साथ गरम किया जाता है। इससे सोडियम सल्फेट (साल्ट केक) बनता है और हाइड्रोक्लोरिक अम्लका खूब धुआँ उठता है, जिसका पानीमे परिष्करण करके हाइड्रोक्लोरिक अम्ल बनाया जाता है। इसका उपयोग क्लोर्गि बनानेमे किया जाता है। उसके बाद सोडियम सल्फेट (लवण पिंड) को कोयले और चूना पत्थरके साथ मिलाकर गोल-गोल घूमनेवाली भट्टियोमे गरम किया जाता है। कोयला लवण पिंडोका अवकरण करता है, इस क्रियासे सोडियम सल्फाइड बनता है और वह चूना पत्थरसे संयोग कर सोडियम-कार्बोनेट (सोडा) बन जाता है। यह 'काली राख' के नामसे जाना जाता है। फिर उसे पानीमे मिला देते हैं और तब उसमेसे सोडा निकाला जाता है। इस विलयनमे २५ प्रतिशत सोडेके रूपमे और २० प्रतिशत कास्टिक सोडेके रूपमे एलकेली रहता है। यदि सोडा बनाना अभीष्ट हो तो

लवणके उपयोग और उससे बननेवाली चीजें

[खानेका सोडा बाईकार्ब, लवण पिंड, सोडियम सल्फेट, सोडियम सायनाइड, सोडियम हाइड्रोक्साइड]

सोडियम ऐसीटेट,
सोडियम बेजोमेट,
सोडियम बाइसल्फा-
इट, कार्बिक सोडा,
सोडियम फास्फेट,
सोडियम थायो-
सल्फेट, (हाइपो),
सोडियम बायोक्रोमेट



क्लोरिन, कार्बिक सोडा,
विरजनचूर्ण, सोडियम क्लोरेट,
हाइड्रोक्लोरिक अम्ल,
जिक क्लोराइड,
एल्यूमीनियम क्लो-
राइड, आयर्न क्लो-
राइड, मैग्नेशियम
क्लोराइड, रंगेका
क्लोराइड, बेरियम
क्लोराइड आदि

[मनुष्य तथा पशुओके भोजनमे, खनिजोमेसे चाँदी और ताँबेका निष्कर्षण करनेमे, खाद्य पदार्थोको सुरक्षित रखनेमे, मिट्टीके बरतनो पर पालिश चढानेमे, साबुन तथा कपडा बनानेमे, चमडा पकानेमे, उर्वरकोमे, बेकार पौधोको निकालनेमे, आदि]

इस विलयनमे कार्बन डाइआक्साइड पारित की जाती है। उसके अपद्रव्योको गरमीसे जला दिया जाता है। यही तैयार सोडा बाजारमे 'सोडा ऐश'के नामसे बिकता है। सोडा निकाल लिये जानेके बाद जो अविलेय पदार्थ बचा रह जाता है वह एलकेली-वेस्ट यानी एलकेलीका अपशिष्ट (कूडा) कहलाता है। इस अपशिष्टसे गन्धक, हाइपो आदि उपयोगी रसायनक बनाये जाते हैं। इस ब्लाङ्क पद्धतिकी एक खामी तो यह है कि इसमे लवणका ही उपयोग होता है, उसका पानी काम नहीं देता। दूसरे, कीमती सल्फ्यूरिक अम्लका भी उपयोग करना पडता है। लेकिन फिर भी यह विधि मुकाबलेमे इसलिए टिकी हुई है कि इसके कारखानेवालोको सोडेके अतिरिक्त हाइड्रोक्लोरिक अम्ल, गन्धक आदि कीमती रसायनक लगभग मुफ्त मिल जाते हैं।

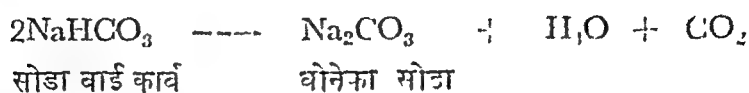
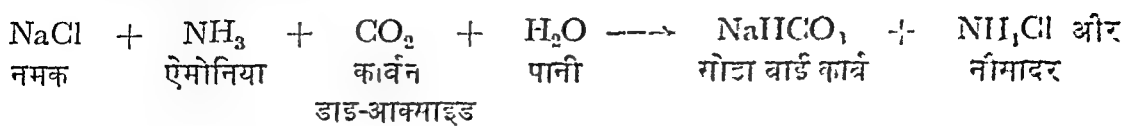


ऐमोनिया-सोडा-पद्धति अथवा इसके अन्वेषक सोल्वेके नामसे प्रसिद्ध सोल्वे-विधिमे लवणके अतिरिक्त कार्बन

अर्नेस्ट साल्वे (१८३८-१९२२)

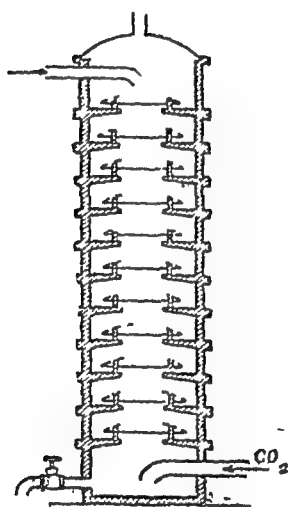
रसायन-उत्पादक उद्योग २४९

डाइ-आक्साइड और ऐमोनिया-जैसे बहुत ही सस्ते कच्चे मालकी जरूरत पड़ती है। इस विधिमें ऐमोनियासे सतृप्त लवणके विलयनमें कार्बन डाइ-आक्साइड गैस पारित करनेमें सोडियम वाइकार्बोनेट (सोडा वाई कार्ब) और ऐमोनियम क्लोराइड बनता है।



विलेयता कम होनेके कारण वह पहलूदार पदार्थके रूपमें मुक्त होता है। गरम करनेपर उसमेंसे कार्बन डाइ-आक्साइड गैस निकल जाती है और सोडा बनता है।

इस विधिमें 'सॉल्वे टावर' (वुर्ज अथवा स्तम्भ)का उपयोग किया जाता है। यह टावर बहुतसे खानोवाले एक विशाल टिफिन वाक्स (नाश्तेदान—फूडोरदान) जैसा होता है। सोडा बनाते

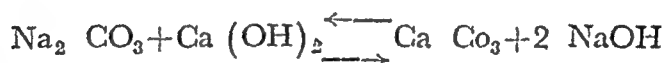


सोल्वे टावर

समय प्राप्त होनेवाले कार्बन डाइ-आक्साइडका पुन उपयोग कर लिया जाता है और नीसादरसे चूनेकी क्रिया द्वारा प्राप्त ऐमोनियाका भी फिरसे उपयोग कर लिया जाता है। इस प्रकार इस विधिमें इसके उपोत्पाद पुन काममें आ जाते हैं।

सोल्वेकी विधिमें कुछ सामियाँ भी हैं लगभग ३० प्रतिशत लवण बेकार चला जाता है। चीनी रसायनविद डॉ० टी० पी० होउ (T P Hou)ने इस विधिमें कुछ सुधार किये हैं (१) लवणका सोडेमें ९६ प्रतिशत रूपान्तर, (२) लवणके क्लोरिनका ऐमोनियम क्लोराइड बनानेमें उपयोग और (३) लागत कम इसलिए कीमत (विक्री मूल्य)में भी कमी।

सोडेके विलयनसे कास्टिक सोडा बनानेकी विधिमें उसे चूनेके साथ मिलाकर कास्टिक सोडा बनाया जाता है।



इस क्रियामें समानुपात बना रहनेपर ही क्रिया दाहिनी ओर फिरसे चलती है, परन्तु कास्टिक सोडा बनानेकी इस विधिको अब काममें नहीं लाया जाता। इसका कारण यह है कि बिजली सस्ती होनेसे लवणके विलयनका विद्युत् विश्लेषण कर कास्टिक सोडा बनाते हैं, जो बहुत सस्ता पड़ता है।

रासायनिक वर्गीकरणमें सोडियम और पोटेशियम, दोनों ही 'एलकली धातुएँ' कहलाती हैं। दोनोंके गुण भी लगभग समान हैं। लेकिन सोडियमकी तुलनामें पोटेशियम प्रकृतिमें कम दिखाई देता है। पोटेशियमके क्षार सोडियमके क्षारों-जैसा ही काम करते हैं। पोटेशियमके क्षार बनानेकी विधि सोडियमके क्षार बनानेकी विधिसे मिलती-जुलती है। पोटेशियम डाइक्रोमेट और परमैंगनेट अत्यन्त उपयोगी हैं।

परावर्तन भट्ठीमें क्रोमाइट खनिज, सोडे और चूनेका मिश्रण १०५०-११०० में० गन्म किया जाता है और इस क्रियाके दौरान भट्ठीमें हवा पहुँचाई जाती है। चूना आचमें पिघलने प्रभारकों छिद्रमय बनाये रखता है, ताकि क्रिया बराबर होती रहे। क्रोमेटको मुक्त करनेके लिए गन्म प्रभारकों पानीमें मिलाकर उसका निस्यदन करनेसे अविलेय अपद्रव्य छूट जाते हैं। क्रोमेटको डाइक्रोमेटमें परिवर्तित करनेके लिए उसमें सल्फ्यूरिक अम्ल मिलाकर सघनित करनेपर पहले मोडियम वा-क्रोमेट तैयार होता है। उससे पोटेशियम डाइक्रोमेट बनानेके लिए पोटेशियम क्लोराइडके विलयनमें उसे मिलानेपर पोटेशियम डाइक्रोमेटके चमकीले लाल स्फटिक तैयार हो जाते हैं।

पोटेशियम परमैंगनेट बनानेके लिए पाइरोल्युसाइटको कार्बेटक सोडा या पोटामके साथ मिलाकर इस तरह गरम किया जाता है कि हवा मिलती रहे। इस क्रियाको शीघ्रतामें सम्पन्न करने के लिए २-४ भाग कार्बेटक सोडा और १ भाग पाइरोल्युसाइटका मिश्रण पोटेशियम क्लोरेटमें मिला दिया जाता है।

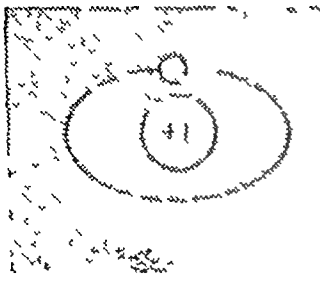
पोटेशियमके धार यो तो पृथ्वीमें सर्वत्र व्याप्त हैं, परन्तु काममें लाने योग्य निक्षेप केवल जर्मनीके स्ट्रास्फूर्टमें ही मिले हैं। १८३९में इन निक्षेपोंका पता चला और तबसे ये दुनियाकी पोटेशियम धारोकी आवश्यकताकी पूर्ति करते आ रहे हैं। इन निक्षेपोंमें विभिन्न धारोंके स्तर एक दूसरेपर छाये हुए (परस्पर व्यापी) मिले हैं। इन स्तरोंमें ५०-१३० फुट मोटी दुहरे धारकी एक बड़ी पट्टी भी है। इस दुहरे या दोपत्त धारको कार्नेलाइट कहते हैं। इसमें पोटेशियम और मैग्नेशियमके क्लोराइड हैं। इसमेंसे पोटेशियम क्लोराइडको मुक्तकर उसका उपयोग पोटेशियमके अन्य धार बनानेमें किया जाता है। अब तो ऐलसेसके निक्षेप भी पोटेशियमके धारोकी विश्व मांगका अधिकांश पूरा करने लगे हैं। रूस, अमरीका और कॅनेडामें भी इसके निक्षेप मिले हैं, परन्तु स्ट्रास्फूर्टके निक्षेपोंका महत्त्व आज भी वैसा ही है।

पोटेशियम कार्बोनेट मोतीकी राख (pearl ash)के नामसे विख्यात है। पोटेशियम क्लोराइडसे कार्बोनेट बनानेका ढग लवणमें सोडा बनानेकी रीतिमें मिलता-जुलता है। गठोर काँच बनानेके लिए सोडेके बदले पोटेशियम कार्बोनेटका उपयोग किया जाता है। पोटेशियम नाइट्रेट अथवा माल्टपीटर (कलमी गोरा) हमारे देशमें खूब बनाया जाता था। यह पदार्थ उपयोगी उर्वरक और युद्धकालमें वास्तु बनानेके काम आता है।

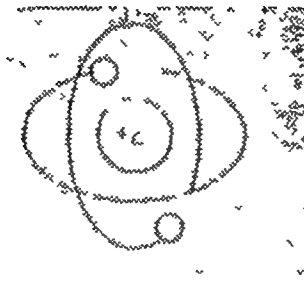
कार्बेटक पोटामके विलयनमें क्लोर्गिन गैस पारित करनेमें पोटेशियम नाइट्रेट बनता है। दियासलाई उद्योगमें, पटाखे बनानेमें, फोटोग्राफीमें फलज पाउडर तथा विस्फोटक पदार्थ बनानेमें और भी अनेकविध उत्पादनोंमें इसका उपयोग किया जाता है।

रंग, दवाइयाँ, सुगन्धित पदार्थ और तेल एवं अन्य कार्बनिक रसायन—ये सब 'परिष्कृत' रसायन (fine chemicals) कहलाते हैं। इन 'परिष्कृत' रसायनोंको बनानेके लिए उत्पादन-के प्रथम चरणमें भारी रसायनोंकी आवश्यकता होती है। 'परिष्कृत' रसायनोंके उद्योगके लिए मुख्य पदार्थ कोयलेसे निकाला जानेवाला तारकोल है। उससे वेनजिन और टोन्युइन, फिनोल और क्रेसोलो, नेफथेलीन, एन्थ्रोसिन आदि उपयोगी रसायन प्राप्त किये जाते हैं। अब पेट्रोलियममें ये पदार्थ पेट्रो-केमिकल्सके रूपमें प्राप्त किये जा सकते हैं। 'परिष्कृत' रसायन-उद्योगकी नींव वान्तव-में कोयले और पेट्रोलियम पर रखी हुई है। कोयलेसे तो पेट्रोल भी बनाया जाता है।

रसायन-उत्पादन उद्योगकी यह हुई सक्षिप्त जानकारी। इसके विकासके लिए हमारे देशमें आवश्यक पदार्थोंकी कोई कमी नहीं।



हाइड्रोजन



हीलियम

मूल तत्त्व बाह्य इलेक्ट्रानों की संख्या

हाइड्रोजन

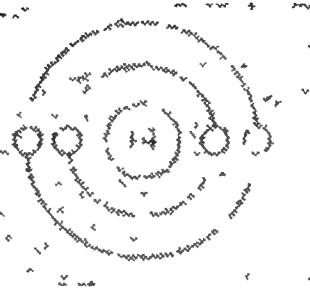
१

हीलियम

१



लithium



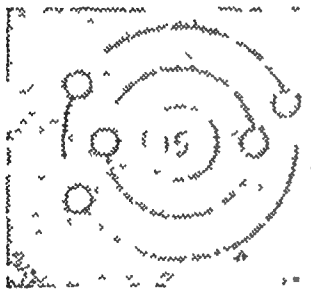
बेरिलियम

लithium

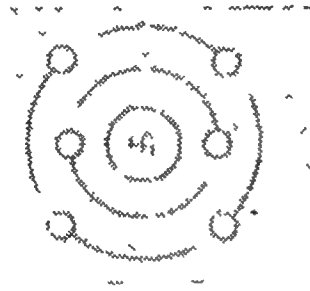
१

बेरिलियम

२



बोरोन



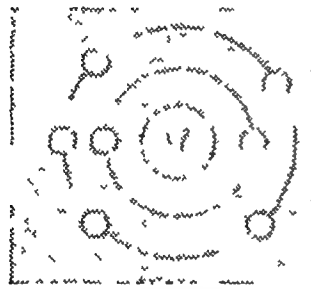
कार्बन

बोरोन

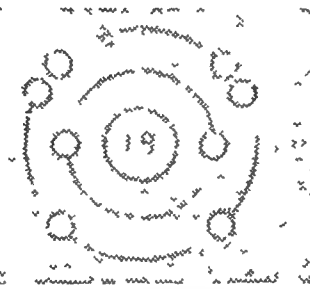
३

कार्बन

४



नाइट्रोजन



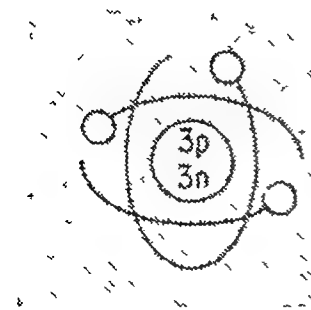
आक्सीजन

नाइट्रोजन

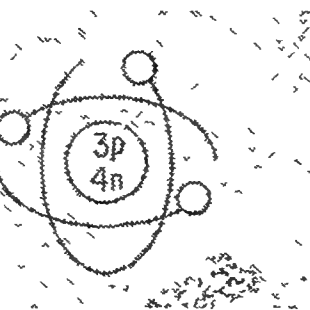
५

आक्सीजन

६



लithium-६



लithium-७

लithium

३

इन दोनों लithium के परमाणुभार अलग-अलग हैं। ये एक-दूसरे के समस्थानिक (isotope) माने जाते हैं।

७
खंड

१८ : अधुनातन प्रगति और नये क्षितिज

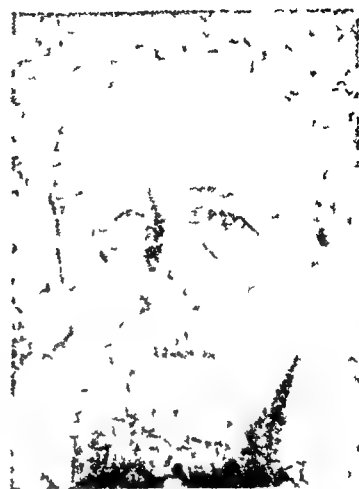
बीसवीं शताब्दीमें रसायनके क्षेत्रमें बहुत तेजीसे प्रगति हुई है। कार्बनिक, अकार्बनिक और भौतिक रसायनमें भी अनेक नये सिद्धान्त, नई मान्यताएँ, नये विधि-विधान, नये निरीक्षण-परीक्षण और नये-नये संश्लेषण हुए हैं। इतना ही नहीं, अपितु कई नई शाखाओंका उदय भी हुआ है। उदाहरणके लिए वायोकेमिस्ट्री अथवा जीव-रसायन, न्युक्लियर केमिस्ट्री अर्थात् नाभिकीय (परमाणु संरचनासे सम्बन्धित) रसायन, एग्रिकल्चरल केमिस्ट्री यानी पेती-ब्राडीका रसायन आदि। इनमेंसे कुछ क्षेत्रोंमें जो प्रगति हुई है उस पर यहाँ एक उड़ती नजर डाली जाएगी।

कार्बनिक रसायनके क्षेत्रमें १९वीं शताब्दीके अन्तिम वर्षोंमें कतिपय महान वैज्ञानिकोंने अनेक जटिल अणुवाले पदार्थोंका अध्ययन कर अनेक पदार्थोंकी अणुसंरचना खोज निकाली और उनके संश्लेषण भी किये। इनमेंसे एमिल फिशर, एडोल्फ फॉन बायर, ग्रीनवार्ड, एर्हलिच आदिके नाम विशेष रूपसे उल्लेखनीय हैं। एमिल फिशरने कार्बोहाइड्रेट वर्गके अनेक पदार्थों जैसे कि ग्लूकोज, फ्रुक्टोज, गैलेक्टोज, मेनोज आदिकी अणुसंरचनाकी छान-बीनकर उनमें पाये जानेवाले अन्तरोका पता लगाया। उसने यह भी बताया कि प्यूरिन वर्गके यूरिक अम्ल, थियोफिलिन, थियोब्रोमिन, जेन्थीन, कैफीन आदि समस्त प्राणिज और वानस्पतिक पदार्थ एक ही मूल पदार्थ प्यूरिनके अभिजात हैं। उसने प्रोटीन-जैसे जटिल पदार्थोंका अध्ययन भी किया था और उनके बारेमें यह मत प्रतिपादित किया कि वे सब भिन्न-भिन्न एमिनो अम्लोंके संयोजनमें बने हैं। बायरने नीलपर अनुसन्धान किये और उसके संश्लेषणकी विधि खोज निकाली। विगियम पर्किनने सॉलिड रंगोंके उद्योगकी नींव रखी। ग्रीनवार्डने एक महत्वपूर्ण रासायनिक प्रक्रिया, जो उर्मीके नामसे जानी जाती है, आविष्कार किया था। इस क्रियाके द्वारा मैग्नेशियम तत्वके कार्बनिक पदार्थोंसे विभिन्न कार्बनिक पदार्थ बनाये जा सकते हैं। फ्रीडर आर ब्रायटन नामक दो रसायनज्ञोंने, अपने नाममें अभिहित, जिस क्रियाकी खोजकी वह कार्बनिक संश्लेषणके क्षेत्रमें अत्यन्त महत्वपूर्ण सिद्ध हुई। पॉल एर्हलिचने नॉन्ग्रेड ऑपेरेयिंग क्षेत्रमें जो उद्भूत रास्य तत्व उनका उल्लेख हम एक पिछले अध्यायमें कर आए हैं। इन समस्त कार्योंको इन तरीके और भी वेग मिला है।

हारमोनोका, अनेक वनस्पतियोमे प्राप्त टर्पिन वर्गके सुगन्धित पदार्थोका और टेरामाडसिन तथा ऑरियामाडसिन-जैसे प्रतिजीवाणु (एंटी-बायोटिक) पदार्थोका नामोल्लेख किया जा सकता है।



हान्स फिशर (१८८१-१९४५)



रिचार्ड विलम्टेटर (१८७९-१९४२)

सभी पदार्थोका या उन क्षेत्रोमे काम करनेवाले समस्त वैज्ञानिकोका नाम दे पाना तो सम्भव नहीं है, लेकिन यहाँ कुछ नामोका उल्लेख करना असंगत न होगा। विलम्टेटर, रावर्ट राविन्सन, पाल कारेर, रत्जिका, लार्ड टोड, राइक्स्टाइन, हान्स फिशर, दवीनीओ, सेगर आदि, इनमे से कुछ तो नोबेल-पुरस्कार विजेता भी है। यह सारा कार्य नई पद्धतियो और नये उपकरणोके कारण जिनका उल्लेख आगे किया जायगा, सम्भव हुआ है। कार्वनिक पदार्थके दो कार्वनमे किस प्रकारका, जोड़ (सन्धि, सन्धान) होता है इस पर 'मोलेक्युलर आर्बिटल थियरी' (अणु-कक्षक मिद्धान्त) ने प्रकाश डाला, यह बीसवी सदीके रसायनशास्त्रका एक महत्त्वपूर्ण सिद्धान्त माना जाता है। लेकिन हम यहाँ इसकी गहराईमे नहीं जाएँगे।

फ्लोरिन गैसको शुद्ध रूपमे पहले पहल मॉयर्सने १८८६मे पृथक् किया। उसमे पहले इस दिशामे कई असफल प्रयत्न हो चुके थे। यह गैस बहुत ही तीव्र अत्यन्त क्रियाशील और शरीरको हानि पहुँचानेवाली तथा सभी वस्तुओपर क्रिया करनेवाली है। मॉयर्सने प्लेटिनम धातुके पात्रमे प्लेटिनम-इरिडियम मिश्र धातुके विद्युदग्रोका उपयोग कर पूरे उपकरणको -२३ से० तक ठण्डा और उसमे पोटेशियम हाइड्रोजन फ्लोराइडका निर्जल हाइड्रोक्लोरिक अम्लमे विलयन इस्तेमाल कर उसका विद्युत्-विश्लेषण करके इस गैसको प्राप्त किया था। फ्लोरिन-रसायन पिछले पच्चीस वर्षोमे खूब विकसित हुआ है। फ्लोरिनके कार्वनिक यौगिकोका औद्योगिक दृष्टिसे बड़ा महत्त्व है। उदाहरणके लिए फ्रियोन नामक कुछ फ्लोरोफ्लोरो हाइड्रो-कार्वन ठण्डक पैदा करनेके लिए प्रशीतकारियोकी तरह इस्तेमाल किये जाते हैं। घर्षण कम करनेवाले तेलोमे यदि फ्लोरिन मिला दिया जाए तो उन तेलोका रेडियधर्मी पदार्थोसे उत्सर्जित होनेवाली किरणोसे विघटन नहीं होता, इसलिए रेडियधर्मी पदार्थोके सान्निध्यमे आने वाले यन्त्रोमे इस तरहके तेलका उपयोग किया जाता है। टेफ्लॉन नामक एक प्लास्टिक टेट्राफ्लोरोएथिलिनसे बनाया जाता है, यह प्लास्टिक अत्यन्त निष्क्रिय और दृढ़ होता है।

माँयसॉने एक विद्युत् भट्ठी बनाकर उसमे अतिशय उच्च ताप पर द्रवित होनेवाले आक्साइड कार्बाइड, वोराइड, सिलिसाइड आदि पदार्थोंका अध्ययन किया। धातुओंके आक्साइड और कार्बनको विद्युत् भट्ठियोंमे गरमकर क्रोमियम, मैगनीज, मॉलिब्डेनम, टंग्स्टन, वेनेडियम, युरेनियम, जिर्कोनियम और टिटैनियम धातुएँ उसने बनाई थी।

अकार्बनिक रसायनके क्षेत्रमे एक और दिलचस्प खोज विरल मृद् (rare earths) सम्बन्धी है।

यह कार्य प्रारम्भ तो १८वीं सदीमे किया गया था, परन्तु उसमे सक्रियता आई १९वीं सदीके अन्त और इस सदीके आरम्भके वर्षोंमे। चूने आदिसे मिलती-जुलती कुछ मृत्तिकाओं (मृद्-मिट्टियों)-की ओर १८वीं सदीमे कतिपय लोगोका ध्यान गया था और उन्हें शुद्धकर उनमे के मूलतत्त्वोंको पृथक् करनेका काम अन्वेषकगण कर रहे थे। लेकिन उन धातुओंके क्षारोंको शुद्ध अवस्थामे प्राप्त करना, उनके गुण लगभग एक-जैसे होनेके कारण, बहुत ही उलझन भरा था। मेरिगनेक, बायस-वाउड्रन, वेल्सबाक, अरवेन आदि अन्वेषकोंने इस समूहके प्राय सभी तत्त्वोंको शुद्ध अवस्थामे प्राप्तकर उनके गुणोंका विस्तृत अध्ययन किया। वेल्सबाकने यह बताया कि सीरिया और थोरिया (सीरियम और थोरियमके आक्साइड)को गर्म करनेसे वे सफेद प्रकाश देते हैं और उसने इनके मेंटल बनाकर प्रकाशके लिए इस्तेमाल करना शुरू किया।

विरल मृद्के मूलतत्त्वोंके नाम नीचे लिखे अनुसार हैं

La-लेन्थेनम	५७	HO-होल्मियम	६७
Ce-सेरियम	५८	Er-एरबियम	६८
Pr-प्रेसियोडिमियम	५९	Tm-थुलियम	६९
Nd-नियोडिमियम	६०	Yb-यिटरबियम	७०
Pm-प्रोमिथियम	६१	Lu-ल्यूटेटियम	७१
Sm-सेमिरियम	६२	Np-नेप्टूनियम	९३
Eu-यूरोपियम	६३	Pu-प्लुटोनियम	९४
Gd-गेडोलिनियम	६४	Am-एमेरिशियम	९५
Tb-टर्बियम	६५	Cm-क्यूरियम	९६
Dy-डिस्प्रोसियम	६६		

एक ओर जब नये मूलतत्त्वोंकी खोज जोर-शोरसे की जा रही थी, एल्फ्रेड वर्नर तब अकार्बनिक पदार्थोंकी संरचनाके सम्बन्धमे कार्य कर रहा था। सादे अकार्बनिक पदार्थोंकी संरचनाको तो संयोजकताके सिद्धान्तके द्वारा समझाया जा सकता है, पर जटिल अकार्बनिक पदार्थों, जैसे कि कोबाल्टके क्षारोंके ऐमोनियाके साथके यौगिकोंकी संरचनाको इस सिद्धान्तसे समझाना मुश्किल था। वर्नरने इसके लिए संवर्गीकरणवाद (co-ordination theory) प्रतिपादित किया, जो आज भी वर्नरके संवर्गीकरणवादके नामसे प्रख्यात है।

अकार्बनिक रसायनके क्षेत्रमे और भी कुछ मूल-तत्त्व खोजे गए। इनमे पोलोनियम और रेडियम भी हैं।



एल्फ्रेड वर्नर (१८६६-१९१९)

रेडियमके आविष्कारने परमाणु संरचनापर नया प्रकाश डाला। परमाणु संरचनाकी गुत्थी मुलजानेमें भौतिकी वैज्ञानिकोंने प्रमुख कार्य किया। आगे इसी सम्वन्धमें विस्तारमें चर्चा की जा रही है।

परमाणु संरचना और परमाणु ऊर्जा

१९वीं शताब्दीके आरम्भमें डॉल्टनने जिस परमाणुवादको प्रतिपादित किया, रसायन-विदोंने उसे अपना लिया था और यह मानने लगे कि परमाणु वास्तवमें अविभाज्य है। उस क्षेत्रमें और भी कुछ करना है या जानना है, परमाणुकी संरचना जटिल है और उसमें भीमतीत ऊर्जाका संचय है—इस तरहकी बात भी कोई नहीं सोचता था। इसलिए बीसवीं सदीका नवमें महत्वपूर्ण वैज्ञानिक कार्य परमाणुकी संरचनाका पता लगाना और परमाणुमें निहित असीम ऊर्जाको मुक्त और नियंत्रित कर उसे दैनिक उपयोगमें लेना है। इस कार्यका श्रीगणेश उन्नीसवीं शताब्दीके उत्तरार्धमें हुआ था।

१८५३में मेसन नामके एक वैज्ञानिकने एक काँचकी नली लेकर उसके दोनों सिरोंपर विद्युत् पारित करनेके लिए तार जोड़कर नलीमेंसे प्रायः सारी हवा निकाल दी और उसके दोनों ओरके मुँह अच्छी तरहसे मूंद दिये। दोनों सिरों पर निकले हुए तारोंको उसने १० से १५ हजार वोल्ट विद्युत् आवेशवाले विद्युत्-यन्त्रसे जोड़ दिया। नलीमें प्रकाश हुआ। गिजलर नामके एक वैज्ञानिकने ऐसी ही नलियोंमें थोड़ी मात्रामें अलग-अलग तरहकी गैसें भरी तो भिन्न-भिन्न रंगका प्रकाश देखनेको मिला। इस तरहकी नलियाँ आज भी 'गिजलर ट्यूब' कहलाती हैं। प्रकाशकी इन किरणोंकी विलियम क्रुक्स और जे० जे० टॉमसनने गहन छीन-छीनकी तो पता चला कि वे ऋण विद्युत्से आविष्ट कणोंसे बनी थीं। इन कणोंको इलेक्ट्रॉन नाम दिया गया। यह भी पता चला कि पदार्थके परमाणुओंमेंसे वे इलेक्ट्रॉन मुक्त हुए थे।

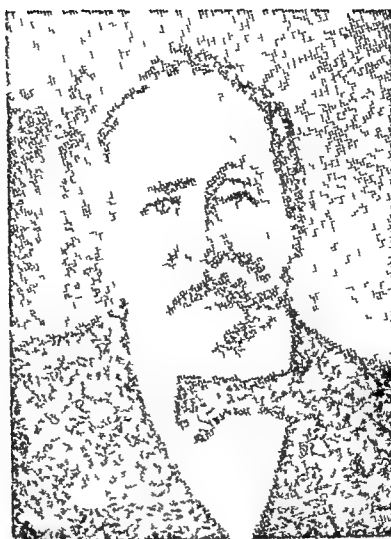
परमाणु तो ऋण अथवा धन किसी भी विद्युत्से आविष्ट नहीं होता, इसलिए उस ऋण आवेशको उदासीन (neutralise) करनेवाले धन विद्युत्से आविष्ट कण भी अवश्य होने चाहिए। लम्बे प्रयोगोंके बाद धन विद्युत्से आविष्ट कण भी खोज निकाले गए और उनका नाम प्रोटॉन रखा गया। टॉमसनने प्रयोगोंके द्वारा यह प्रमाणित किया कि परमाणुका वजन (भार) प्रोटॉनके कारण है, प्रोटॉनसे इलेक्ट्रॉन वजनमें बहुत हलके होते हैं। प्रोटॉनका वजन एक माने तो इलेक्ट्रॉन का वजन $\frac{1}{1836}$ होगा।

रेडियमसे तीन प्रकारकी किरणें उत्सर्जित होती हैं—एल्फा किरणें, जो हीलियम गैसके अणुओंके केन्द्रों (नाभिकों) की बनी होती हैं, बीटा किरणें, जो इलेक्ट्रॉनकी बनी होती हैं और गामा किरणें, जो क्ष-किरणोंकी तरह अनेक वस्तुओंके आरपार निकल जाती हैं। इससे यह पता चला कि यूरेनियम और रेडियम-जैसे भारी वजनवाले परमाणु अस्थिर (अस्थायी) होते हैं और उनका अन्य पदार्थोंमें परिवर्तन होता रहता है और उस परिवर्तनके दौरान ये किरणें उत्सर्जित होती हैं। यूरेनियम धातु धीरे-धीरे रेडियममें और रेडियम सीसेमें परिवर्तित होती है। लेकिन परिवर्तनकी इस प्रक्रियामें हजारों वर्ष लग जाते हैं।

इस सदीके पूर्वार्धमें परमाणुकी संरचनाके रहस्यका उद्घाटन करनेमें अनेक महान वैज्ञानिकोंने योगदान किया। इनमें रदरफोर्डका नाम सर्वोपरि है। परमाणु संरचनाकी छान-बीनमें इस प्रखर



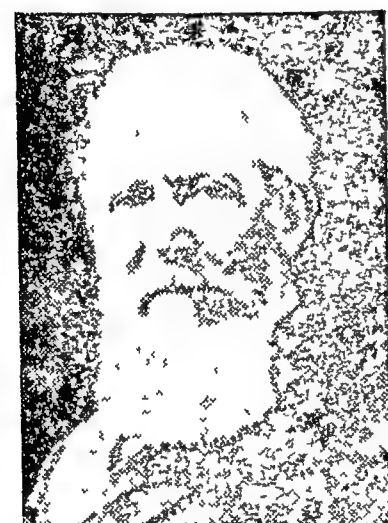
इरा रेमसेन
(१८४६-१९२७)



स्वान्ते आर्हेनियस
(१८५९-१९२७)



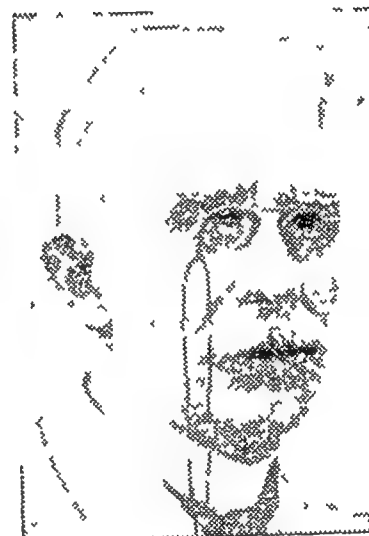
थियोडोर विलियम रिचार्ड्स
(१८६८-१९२८)



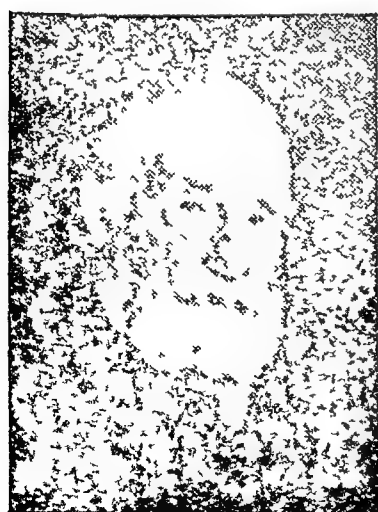
आंटो वालाश
(१८४७-१९३१)



विल्हेम ओस्टवाल्ड
(१८५३-१९३२)



हेनरी ल शातेलियर
(१८५०-१९३६)



हेनरी एडवर्ड आर्मस्ट्रांग
(१८४८-१९३७)

१९-२०वीं सदीके
ख्यातनामा वैज्ञानिक

वैज्ञानिकने ऐल्फा किरणोका उपयोग किया था। रवर्ण और प्लेटिनम धातुके पतले पत्रोमेने ऐल्फा किरणोको पारित कर वे दूसरी ओर कितना मुडती है, यह देखनेका उमने प्रयोग किया। पत्रेके पीछेकी ओर उसने जिक सल्फाइडका लेप कर दिया था। उसपर ऐल्फा किरणोके टकरानेसे प्रकाश कौघता है। रदरफोर्ड को पता चला कि ऐल्फा किरण तो केवल कण हैं और बहुतसे ऐल्फा कण धातुके पत्रोमेसे सीधी रेखामे पारित होते हे, केवल कुछ थोडेसे ही कण मुडते हैं। कई सूक्ष्म परीक्षणो और गणनाओके पश्चात् रदरफोर्ड इस अनुमान पर पहुँचा कि परमाणुका भार उसके केन्द्रक (नाभिक) के कारण है। इलेक्ट्रान इस केन्द्रककी परिक्रमा करता रहता है। केन्द्रक बहुत कम स्थान घेरता है, बाकी स्थान खाली (शून्य) रहता है। परमाणुके आयतन आदिको ठीकसे समझनेके लिए एक उदाहरण लिया जाए। पानीके एक बिन्दुको यदि पृथ्वीके गोलेके बराबर मान लिया जाए तो उसमे हाइड्रोजनका एक परमाणु केवल एक नारंगी जितना बडा होगा। परमाणुका केन्द्रक तो उसमे भी छोटा होता है। यदि एक परमाणुके केन्द्रकको एक नारंगीके बराबर मान ले तो इलेक्ट्रॉनोको उसके चारो ओर $\frac{1}{3}$ मील व्यासके अन्तरपर परिक्रमा करते हुए माना जा सकता है। इससे पता चल जाएगा कि परमाणुमे कितनी अधिक खाली जगह होती है, और अगर उसपर कणोकी बौछार की जाए तो उनके केन्द्रकसे टकरानेकी सम्भावना दस लाखमे सिर्फ एक होती है।



लार्ड रदरफोर्ड
(१८७१-१९३७)

१९३२ मे चेडविकने एक बहुत ही महत्त्वपूर्ण खोज की। वह बेरिलियम धातुके परमाणुओ-पर ऐल्फा कणोकी बौछार कर उनके केन्द्र-परिवर्तनके परिणामोकी जाँच कर रहा था। उसे कार्बनका एक परमाणु और एक सर्वथा नया ही कण प्राप्त हुआ। इस कणका वजन प्रोटॉनके बराबर था, लेकिन उसमे ऋण या धन, किसी भी प्रकारका विद्युत् आवेश नहीं था, इसलिए उसे न्यूट्रॉन नाम दिया गया। इस कणकी खोजने परमाणुकी संरचनापर नया प्रकाश ही नहीं डाला, बरन् परमाणु केन्द्रकका भेदन या बिखडन करनेका एक नया हथियार भी दिया। न्यूट्रॉन अनाविष्ट होनेके कारण सीधा केन्द्रककी ओर जाकर उससे टकरा सकता है। प्रोटॉन और ऐल्फा कण धन विद्युत्से आविष्ट होनेके कारण धन विद्युत्से आविष्ट केन्द्रकके पास जाते ही प्रत्याकर्षणके परिणामस्वरूप दूर फेक दिये जाते हैं।

अब हम यह देखेगे कि परमाणुकी संरचना किस तरहकी होती है।

हाइड्रोजन गैसका परमाणु सबसे सादा परमाणु है, उसका परमाणु वजन (भार) एक है। उसकी परमाणु संख्या या क्रमांक भी एक है। इसका कारण यह है कि उसका केन्द्रक केवल एक प्रोटॉनका बना है। उसमे एक इलेक्ट्रॉन केन्द्रककी परिक्रमा करता है। हीलियम गैसके परमाणु-का केन्द्रक दो प्रोटॉन और दो न्यूट्रॉनका बना होता है और उसका परमाणुभार ४ है। दो इलेक्ट्रॉन इसके केन्द्रककी परिक्रमा करते हैं, और इसकी परमाणु-संख्या २ है। यूरेनियमका परमाणु

$$E = mc^2$$

[$E = \text{energy} = \text{ऊर्जा}$, $m = \text{mass} = \text{वजन}$, $C = \text{velocity of light} = \text{प्रकाश की गति}$, जो प्रति सेकण्ड 2.997×10^{10} से० मी० है।) इस समीकरणके अनुसार यदि केवल एक ग्राम पदार्थका ऊर्जामें परिवर्तन किया जाए तो उसमें ४००० अश्वशक्तिवाला ऊर्जन लगाना एक वर्ष तक चलता रह सकता है। जर्मन वैज्ञानिक ऑटोहानके अनुसंधानने उस मथनेको नष्ट कर दिया।

१९३९ में ऑटोहानने यूरेनियमके नाभिक (केन्द्र) पर न्यूट्रॉनकी वीछारकी तो उसे एक अच्यर्थजनक परिणाम देखनेको मिला। यूरेनियमके परमाणुओपर न्यूट्रॉनकी वीछान्ने ट्रेन्सिज और क्रिप्टॉन अथवा स्ट्रॉन्गियम और जेनोन-जैने लगभग दो समान भागवाले परमाणु प्राप्त होते हैं। नाभिकके विभाजनकी इस क्रियाको नाभिकीय विखण्डन या 'न्यूक्लीयर फिजन' कहते हैं। इस विखण्डनके दौरान कुछ पदार्थ ऊर्जामें परिवर्तित हो जाते हैं। २३५ वजनवाले यूरेनियम परमाणुके नाभिकीय विखण्डनके दौरान प्रचुर मात्रामे ऊर्जा ही प्राप्त नहीं होती प्रत्येक परमाणुमें विखण्डनके दौरान ३ न्यूट्रॉन भी मुक्त होते हैं, जो यूरेनियमके अन्य परमाणुओका भेदन (विखण्डन) कर अधिक ऊर्जा और अधिक न्यूट्रॉनोको मुक्त करते हैं। इसे 'शृंग्रज अभिक्रिया' (chain reaction) कहते हैं। शृंग्रज अभिक्रियासे मुक्त होनेवाली परमाणु ऊर्जाका गवने पहला उपयोग दुर्भाग्यसे विनाशकारी कार्योंमें (हिरोशिमा और नागानाकीपर परमाणु बम बरनाकर) किया गया था, परन्तु अब तो परमाणु ऊर्जाको शान्तिशालीन दैनिक उपयोगोंमें लेनेका कार्य आरम्भ हो चुका है। नाभिक-विखण्डनके दौरान ऊर्जाकी प्रचुर मात्रा हमें गर्मीके रूपमें प्राप्त होती है, जिसमें पानीको भापमें परिवर्तित कर उससे विजली पैदा की जा सकती है और अन्य यन्त्रोंको चलाया जा सकता है। इंग्लैण्ड, रूस और अमरीकामें परमाण्विक विजलीघर (Atomic Power Station) आज काफी बड़े पैमानेपर विद्युत् उत्पादन कर रहे हैं। भारतमें भी तारापुरमें परमाणु ऊर्जा द्वारा विद्युत् उत्पादनके लिए परमाण्विक विजलीघर बनाया जा रहा है और ऐसे अन्य विजलीघरोंकी योजना विचाराधीन है इसके लिए परमाणु भट्टियाँ अथवा 'एटमिक पाइल्स' या 'रिएक्टर' बनाने होते हैं।

भट्टीको बहुत मोटी सीमेंट कंक्रीटकी दीवारोंसे घेर दिया जाता है जिससे विखण्डनके समय उत्सर्जित होनेवाला रेडियधर्मी विकिरण कर्मचारियोंको हानि न पहुँचा सके। इस दीवारको परिरक्षक (shield) कहते हैं। तापका नियन्त्रण करनेके लिए भट्टीमें जल, प्रायः भारी जल प्रवाहित होता रहता है, इसे गीतक (coolant) कहते हैं। भट्टीमें जिस पदार्थसे ऊर्जा उत्पन्न की जाती है उसे ईंधन (fuel) कहते हैं। यह प्रायः शुद्ध यूरेनियम २३५ की पतली छडे होती है, जिन्हे घटा-बड़ाकर आवश्यक मात्रामे ऊर्जा उत्पन्नकी जा सकती है। भट्टीमें मन्दक पदार्थ (moderator) और नियत्रक छडे (control rods) भी होती हैं। मन्दकोका काम न्यूट्रॉनोके वेगको कम करना है। इसके लिए गैफाइट, पानी या भारी पानी इस्तेमाल किया जाता है। नियत्रकोका उपयोग न्यूट्रॉनोके अवगोपणके लिए किया जाता है, ताकि उनकी सत्ता घटाकर उन्हें विखण्डन कार्यके उपयुक्त रखा जा सके। नियत्रक कैंडमियम या वोरन मिले हुए इस्पातकी छडे होती हैं, जिनकी संख्याको घटा-बड़ाकर ऊर्जाकी मात्राका नियन्त्रण किया जाता है। वास्तवमें यूरेनियमकी छडे और नियत्रक छडे पानीमें ही डूबी रहती हैं।

परमाणुओके नाभिकपर न्यूट्रॉन आदि कणोंकी क्रियाके दौरान और भी कई महत्वपूर्ण परिणाम सामने आये हैं। उनके आधार पर यूरेनियमके बादवाले बहुतसे मूलतत्त्व जो प्रकृतिमे नहीं मिलते प्रयोगशालामे बनाये गए हैं। उनकी परमाणु संख्या और नाम नीचे दिये जा रहे हैं.

ट्रान्स-यूरेनियम मूलतत्त्व

परमाणु संख्या	नाम	परमाणु संख्या	नाम
९३	नेप्चूनियम	९९	आइन्स्टीनियम
९४	प्लूटोनियम	१००	फर्मियम
९५	अमेरीशियम	१०१	मैडलेवियम
९६	क्यूरियम	१०२	नोबेलियम
९७	बर्केलियम	१०३	लॉरेसियम
९८	कैलिफोर्नियम		

हम यह देख आए हैं कि किसी एक मूलतत्त्वके अलग-अलग समस्थानिक हो सकते हैं। नये समस्थानिक नाभिकीय परिवर्तन द्वारा बनाये जाते हैं। इस तरह बनाये हुए कुछ समस्थानिक अस्थिर (अस्थायी) होते हैं और वे दूसरे मूलतत्त्वोमे परिवर्तित हो जाते हैं। इस तरहके समस्थानिकोको रेडियधर्मी समस्थानिक कहते हैं। मादाम क्यूरीकी पुत्री आइरीन और उसके पति जूलियोने कृत्रिम रेडियधर्मी द्रव्योके क्षेत्रमे बड़ा ही महत्वपूर्ण काम किया है। रेडियधर्मी समस्थानिकोका पता लगाने और नापनेके लिए एक उपकरण काममे लाया जाता है, जिसे गाइगरका काउण्टर कहते हैं। विभिन्न रेडियधर्मी पदार्थोंके जीवनकालमे बड़ा अन्तर पाया जाता है। उनका अर्ध जीवनकाल (half life-period) अर्थात् जितने समयमे उनकी शक्ति या ऊर्जा आधी हो जाती है, उसे प्रयोगोके द्वारा खोज निकाला गया है। कोबाल्ट ६० अर्थात् ६० वजनवाले कोबाल्ट समस्थानिकका अर्ध-जीवन ५ ३ वर्ष है, कार्बन-१४ का ५६०० वर्ष और फॉस्फोरस -३२ का १४ ३ दिन। किसी भी मूलतत्त्वके समस्थानिकोके गुण उस मूलतत्त्वके स्थायी परमाणुओ-जैसे ही होते हैं और प्राणी, गरीर तथा वनस्पतिमे वह समस्थानिक मूलतत्त्वके स्थायी परमाणुओकी ही तरह आचरण करता है। आजकल भाति-भातिके रेडियो समस्थानिक बड़े पैमानेपर बनाये जाने लगे हैं और चिकित्सा तथा खेती-बाड़ी और रासायनिक प्रक्रियाओमे अनुसन्धानके लिए उनका उपयोग किया जाने लगा है। इनके कुछ उदाहरण नीचे दिये जाते हैं।

शारीरिक क्रियाओको समझनेमे रेडियो समस्थानिकोसे बड़ी सहायता मिली है। गरीरमे कैल्सियमका उपयोग किस तरह होता है, कितना हड्डियोमे जाता है, कितना अन्य भागोमे जाता है और कितना बिना काम आये गरीरसे बाहर निकल जाता है—यह सब जानकारी कैल्सियम -४५ के उपयोगके द्वारा जिसका अर्द्धजीवन १८० दिनका है, मालूम की गई है। हमारे गलेमे थाइरायड ग्रन्थि है। उसमे थाइरायक्सिन नामक पदार्थ बनता है। थाइरायक्सिनके अणुमे आयोडिनके चार परमाणु रहते हैं। आयोडिन -१३१ (अर्द्धजीवन ८ दिन) देकर आदमीकी थाइरायड ग्रन्थिके वारेमे यह पता चलाया जाता है कि वह आयोडिन किस तरह ग्रहण करती है—साधारण गतिसे, तेज-

गतिसे या मन्दगति से, और इस तरह उस ग्रन्थिके स्वग्रथ या अस्वरथ होनेका निदान किया जाना है। किसीका हाथ या पाँव कुचल जाए और वहाँ रक्तका संचरण बन्द हो जाए तो उसे काटना पड़ता है, जिससे उस व्यक्तिकी जान बच सके। आजकल इस तरहके प्रसंगमें रोगीके खूनमें रेडियो-सोडियमके क्षारका इजेक्शन देकर गाइगर काउण्टर द्वारा पहले यह देखा जाता है कि कुचले हुए भागमें खूनका संचरण होता है या नहीं और तब उस अवयवको काटने या न काटनेका फैसला करते हैं। यदि काउण्टरमें 'टिक-टिक' की आवाज हो तो समझा जाता है कि खूनका संचरण उस भागमें होता है और उसे बचाया जा सकता है। खेती-बाड़ीके क्षेत्र में विभिन्न प्रकारके पौधे किम तरहका उर्वरक अपनी वृद्धिके दौरान कब उपयोगमें लाते हैं, इसकी जानकारी उन उर्वरकोंमें रेडियधर्मी पदार्थ मिलाकर प्राप्त की जा सकती है। उदाहरणके लिए सुपर फॉस्फेट उर्वरककी उपयोगिताके बारेमें जानना हो तो उसमें थोड़ा-सा रेडियो फॉस्फोरसवाला सुपरफॉस्फेट मिलानेमें अभीष्ट जानकारी प्राप्त हो सकती है।

रेडियधर्मी समस्थानिकोंके द्वारा जमीनमेंसे निकलते कागज, खर आदिकी सही मोटाईके बारेमें और जमीनके अन्दर दबे पानीके तल किस जगह फट गए हैं और बहते हैं, यह जमीनको खोदे बिना ही मालूम किया जा सकता है। पेट्रोल कम्पनियाँ एक ही पाइपके द्वारा पेट्रोल, डीजल, केरोसीन आदि अलग-अलग प्रकारके तेल एक जगहसे दूसरी जगह भेजती हैं। एक तेलके बाद जब दूसरा तेल भेजना शुरू किया जाता है तो पहले तेलमें घुलनशील रेडियो आयोडीन थोड़ी मात्रामें मिला दिया जाता है। जब यह तेल दूसरे छोर पर पहुँचता है तो वहाँ रवे हुए गाइगर काउण्टरमें आवाज होती है, जिससे पता चल जाता है कि अब दूसरे प्रकारका तेल आनेवाला है।

रेडियधर्मी समस्थानिक का एक अद्भुत उपयोग यहाँ उल्लेखनीय है। पुरातात्विक अवशेषोंकी प्राचीनताका पता लगानेके लिए कार्बन-१४ का उपयोग किया जाता है। प्रत्येक सजीव पदार्थमें कार्बन होता है, जिसे प्रत्यक्ष अथवा अप्रत्यक्ष रूपसे वह हवामेंसे प्राप्त करता रहता है। हवामें कार्बन-१४ वाला कार्बन डाइऑक्साइड बहुत कम मात्रामें रहता है, क्योंकि यह वातावरण (वायु-मण्डल) के ऊपरी स्तरमें बनता है। किसी भी सजीव वस्तु में यह रेडियधर्मी कार्बन एक निश्चित मात्रामें रहता ही है। जब कोई सजीव वस्तु निर्जीव हो जाती है तो कार्बन-१४ का आदान-प्रदान नहीं होता और वह चीज धीरे-धीरे नष्ट हो जाती है। किसी भी पुरातात्विक अवशेषमें यदि कार्बन-१४ की मात्रा दी जाए तो उससे उसकी प्राचीनताका पता चल जाता है और यह निश्चित किया जा सकता है कि वह कितने वर्ष पुरानी है। यदि दो ग्राम कार्बन-१४ मिल सके तो उससे ४० हजार वर्ष पुराने अवशेषोंकी तिथि निश्चितकी जा सकती है।

रासायनिक पदार्थों (रसायनको) और उनकी क्रियाओंके सैद्धान्तिक पहलुओंका अध्ययन तो १८वीं सदीके आरम्भमें ही किया जा रहा था, परन्तु भौतिक रसायन (physical chemistry) विज्ञानकी एक स्वतन्त्र शाखाके रूपमें १९वीं सदीके उत्तरार्धमें ही अस्तित्वमें आया। भौतिकीके क्षेत्रमें जो तरह-तरहके अनुसन्धान-अन्वेषण हुए उन सबकी गहरी छाप भौतिक रसायन पर पड़ी और ऊष्मा गतिकी (thermo-dynamics) तथा गत्यात्मक सिद्धान्त (kinetic theory) को अपनाकर भौतिकी रसायनविदोंने रसायनशास्त्रके विकासमें मूल्यवान योगदान किया।



वाल्थर नर्स्ट
(१८६४-१९४१)



विक्टर मॉरिस गोल्डस्मिट
(१८८८-१९४७)



हेनरिक वाइलैण्ड
(१८७७-१९५७)



इरविंग लेगमूर
(१८८१-१९५७)

२०वीं सदी के धुरन्धर



नील्स जेनिकमेन दीरेरम
(१८७९-१९५८)



जोशिया विलार्ड गिब्स
(१८३९-१९०३)

परन्तु कालान्तरमे वही एक महत्त्वपूर्ण सिद्धान्तके रूपमे प्रतिष्ठित हुआ और विद्युत्-रसायनकी एक नई शाखा ही आरम्भ हो गई। अकार्वनिक पदार्थोंकी क्रियाओंको समझने और उनके विश्लेषण (विच्छेदन)के विकासमे इस सिद्धान्तका बहुत महत्त्वपूर्ण योगदान रहा। कोलायड (कलिल) रसायन का विकास, प्रावरथा नियम (phase rule) और उसकी उपयोगिता, मात्रानुपाती अभिक्रिया (mass action) और उसका नियम—ये सब गंजे हैं तो उन्नीसवीं सदीके उत्तरार्धकी, परन्तु काममे आई इस शताब्दीमे। उदाहरण के लिए समुद्रीजलमे पाये जानेवाले कई क्षारोंको मुक्त करने और मिश्रधातुएं बनानेमे प्रावस्था नियम बहुत उपयोगी सिद्ध हुआ। उसी तरह मात्रानुपाती अभिक्रियाका नियम हवामेके नाइट्रोजन और हाइड्रोजनको उत्प्रेरकोंके सान्निध्यमे संयोजित कर ऐमोनिया बनानेकी होवरकी विधि और दूसरे अनेक उद्योगोंमे तथा रासायनिक विश्लेषणमे उपयोगी साबित हुआ। पिछले २५-३० वर्षोंमे विद्युत् रसायन, कलिल (कोलाइड्स), वर्णक्रम (spectrum), क्वांटम यांत्रिकी (quantum mechanics) स्फटिकोंकी संरचना आदि भौतिक रसायनके क्षेत्रमे बहुत काम हुआ है। नन्हें-नन्हें अणुओंसे प्लास्टिक, वस्त्ररेशे, रबर आदि विराट् अणु बनानेकी विधियोंके बारेमे तो हम पिछले अध्यायोंमे पढ़ ही चुके हैं।

रसायनके विकासमे साधनो-उपकरणों का स्थान

बीसवीं सदीमे रसायनके क्षेत्रमे जो कल्पनातीत विकास हुआ वह बहुत-कुछ नई विधियों और नये ढंगके साधनो-उपकरणोंके कारण सम्भव हो सका। इन साधनो-उपकरणोंके द्वारा कुछ ऐसे प्रश्नोंका, जो बरसोंसे अनुत्तरित पड़े थे, समाधान खोजा जा सका और रासायनिक अनुसन्धानोंको वेग प्रदान किया जा सका। १९वीं सदीमे कपूर, नील, कुनैन आदि वानस्पतिक द्रव्योंकी अणुसंरचनाको अन्तिम रूपसे निर्धारित करनेमे अनेक वर्ष लगे थे। परन्तु आधुनिक साधनो-उपकरणोंके अन्वेषणसे यह काम बहुत सरल हो गया है। इसमे वर्णलेखन (chromatography) अनुज्ञापक विधि (tracer technique), पराबैंगनी वर्णक्रम (ultra-violet spectrum)

रासायनिक अनुसन्धानके क्षेत्रमें पिछले ३०-३५ वर्षोंमें परावर्गनी, अवरक्त और रामन वर्णक्रमोंमें अणुसंरचनाको निश्चित करनेमें बड़ा ही महत्त्वपूर्ण योगदान किया है। जब किसी पदार्थके अणुपर प्रकाशकिरण पड़ती है और यदि वह अणु एक ही प्रकारके परमाणुओंका बना है तो अवशोषित ऊर्जा पदार्थके परमाणु में रहनेवाले इलेक्ट्रॉनोंको उत्तेजित करती और उसे उच्च कक्षापर ले जाती है। लेकिन यदि किसी अणुमें तरह-तरहके परमाणु हों तो उल्लेखनीय घूर्णनीय (rotational) और कम्पन (vibrational) शक्तिमें भी परिवर्तन होता है।

इलेक्ट्रॉनिक संक्रमणके कारण दृश्य और परावर्गनी वर्णक्रमोंमें अवशोषण अथवा उत्सर्जन होता है तब घूर्णनीय और कम्पनीय परिवर्तनोंके अध्ययनमें अणुकी संरचनाके सम्बन्धमें अच्छी जानकारी प्राप्त की जा सकती है।

अज्ञात पदार्थके वर्णक्रमकी यदि ज्ञात अणु संरचनावाले पदार्थोंके वर्णक्रमोंमें तुलना की जाए तो कई बार अज्ञात पदार्थकी अणुसंरचनाके बारेमें कुछ जानकारी मिल जाती है। जिन प्रकार किन्हीं भी दो आदमियोंके हाथकी छाये एक-जैसी नहीं होती उसी प्रकार दो भिन्न पदार्थोंके अवरक्त वर्णक्रम भी एक जैसे नहीं होते यदि किन्हीं दो पदार्थोंके अवरक्त वर्णक्रम एक-जैसे हुए तो वे दोनों पदार्थ भी एक-से ही होने चाहिए।

एक दूसरा उपकरण है 'द्रव्यमान वर्णक्रमीय ज्योतिमापी', जिसकी उपादेयता दिनोदिन बढ़ती जा रही है। भौतिकविदोंने इस शताब्दीके आरम्भमें सबसे पहला द्रव्यमान वर्णक्रमीय ज्योतिमापी (मास स्पेक्ट्रो फोटोमीटर) बनाया था, लेकिन कार्बनिक रसायनके क्षेत्रमें उसकी उपादेयताका पता दूसरे विश्वयुद्धके बाद ही चला।

विभिन्न पदार्थोंके मिश्रणसे यदि इलेक्ट्रॉनोंको टकराया जाए तो विद्युत आवेशवाले कण पैदा होते हैं और यदि उन कणोंको चुम्बकीय क्षेत्रमेंसे पारित किया जाए तो वे वजन और विद्युत् आवेशके अनुपातके अनुसार मुक्त होते हैं, और यदि इन्हें एक फोटोग्राफिक प्लेट पर गिरने दिया जाए तो वे भिन्न-भिन्न स्थानों पर प्लेटको प्रभावित करते हैं। इसपरसे गणना करके मिश्रणके पदार्थोंका अणुभार निश्चित किया जा सकता है।

क्ष-किरणोंकी खोज तो पिछली शताब्दीमें हुई, परन्तु कार्बनिक पदार्थोंकी अणुसंरचनाका पता लगानेमें उनका उपयोग पिछले तीन दशकों से किया जाने लगा है। अज्ञात पदार्थके एक बड़े स्फटिक पर अथवा छोटे स्फटिकोंके चूर्ण पर क्ष-किरण डाली जाएँ तो स्फटिक उन किरणोंका विवर्तन (diffraction) करते हैं। इस विवर्तनको एक फोटोग्राफिक प्लेट पर अंकित किया जा सकता है। पदार्थोंसे क्ष-किरणोंका जो विवर्तन होता है वह पदार्थोंकी अणु-संरचना और उनके आयतन पर अवलम्बित है, इसलिए क्ष-किरणोंके विवर्तन के ढंगसे विभिन्न पदार्थोंकी अणु-संरचना और आयतनका अनुमान किया जा सकता है। क्ष-किरणोंके द्वारा रबर, सेल्यूलोज, विटामिन-बी१२ आदि बड़े और जटिल विन्यास वाले अणुओंकी संरचना पर काफी प्रकाश पड़ा है।

एक और विधि 'नाभिकीय चुम्बकीय अनुनाद' भी उल्लेखनीय है। परमाणुके इलेक्ट्रॉनोंके कारण चुम्बकीय घूर्ण (magnetic moments) अस्तित्वमें आता है। परमाणु के नाभिकमें स्थित प्रोटॉन और न्यूट्रॉन भी अपनी-अपनी धुरियों पर घूमते रहते हैं और इससे भी चुम्बकीय चूर्ण पैदा होता है। अधिकांश नाभिकोंमें ये दोनों घूर्ण एक-दूसरेको रद्द नहीं करते, इसलिए परमाणुमें

नाभिकीय चुम्बकीय घूर्ण बना रहता है। ऐसे परमाणुओंको चुम्बकीय क्षेत्रोंमें रखनेसे इस नाभिकीय चुम्बकीय घूर्णमें परिवर्तन होता है। रेडियो आवृत्ति (frequency) जैसी निम्न-आवृत्तिका उपयोग करनेसे नाभिकीय केन्द्रीय अनुनाद उत्पन्न होता है। इसे नापा जा सकता है और इससे अणुकी संरचनाके बारेमें पता चलता है।

अणुकी संरचनाको निर्धारित करनेवाले अन्य साधन प्रकाशीय घूर्णन व्यासारेण और ध्रुवण-लेखन हैं। इन सब साधनोंकी विधिवत शिक्षा देनेके लिए पाठ्यक्रम तैयार किये गए हैं, जो इन्स्ट्रुमेंटेशन कोर्सेस' कहलाते हैं।

आज दुनियाकी बढ़ती हुई जनसंख्याके लिए भोजन जुटानेका प्रश्न कई देशोंके सामने जटिल समस्या बना खड़ा है। परन्तु इस क्षेत्रमें जो कार्य हो रहा है उससे पता चलता है कि कलके नागरिकोंके भोजनका प्रबन्ध खेतोंमें नहीं, कारखानोंमें होगा। आज पेट्रोलियमसे उच्चकोटिके प्रोटीन बनानेके प्रयोगोंको सफलता मिल चुकी है। कृषि, मत्स्योद्योग और पशुपालनकी दिशामें कितने ही साधन प्रयत्न क्यों न किये जाएँ कलके आदमीकी खाद्य-सम्बन्धी आवश्यकताओंको इनसे कदापि पूरा नहीं किया जा सकता। लगता तो यही है कि लकड़ी और पेट्रोलियम जैसे अखाद्य पदार्थोंसे खाद्य पदार्थ बनाकर दुनियाकी इस आवश्यकताको पूरा किया जाएगा। प्लास्टिक-उद्योग बहुत तेजीसे विकसित हो रहा है और आज अनेक गुणसम्पन्न प्लास्टिक सुलभ हैं। भविष्यके निर्माण-कार्यमें लकड़ीकी जगह प्लास्टिकका उपयोग होगा। लोहे-जैसे मजबूत प्लास्टिक आज बनने लगे हैं और यदि उनकी कीले बनाई जाएँ तो उनका लोहेकी कीलोकी तरह इस्तेमाल हो सकता है। इससे यह सम्भावना प्रतीत होती है कि प्लास्टिकका उपयोग लोहे और इस्पातकी जगह भी किया जा सकेगा।

दिमाग पर असर कर भय और भ्रान्ति उत्पन्न करनेवाले रसायनक आज खोज लिये गए हैं। सम्भव है कि कल मन-मस्तिष्कको प्रफुल्लित और आह्लादित कर मानसपर पटल अंकित समस्त अशुभ और दुःखद स्मृतियोंको पोछनेवाले रसायनक भी खोज लिये जाएँ। बुढ़ापालाने वाली शारीरिक क्रियाओंको यदि हमने समझ लिया तो उनपर काबू पानेका, चिर युवा रहनेका उपाय भी निस्सन्देह कर लिया जाएगा।

एक तरफ ये सम्भावनाएँ हैं, दूसरी ओर मानवकी निरन्तर बढ़ती हुई विनाशकारी शक्ति है। परमाणु शक्ति और विपैले रसायनकोका मनुष्यके सहारके लिए उपयोग किया जाता है। सभ्यताका दम भरनेवाले और संस्कृतिके हामी सम्पन्न राष्ट्रोंने गरीब, असुरक्षित राष्ट्रोंके खिलाफ नापाम वमोंका और खड़ी फसले नष्ट करनेवाले रसायनकोका इस्तेमाल किया है। भविष्यमें वे और भी विनाशक रसायनको और सहारक शस्त्रोंका इस्तेमाल नहीं करेंगे, इसकी कोई गारंटी नहीं है। सम्भव है कि आती कल आल्डस हक्सलेने अपनी बहुचर्चित पुस्तक 'वैव न्यू वर्ल्ड' में जो भविष्यवाणी की वह सच ही हो जाए। हो सकता है कि बड़े-बड़े देश अपने कारखानोंमें विभिन्न रसायनकोका उपयोग कर भिन्न-भिन्न विशेषताओंवाले आदमियोंका—मजदूरों, सैनिकों, कारकूनों आदिका 'टेस्टट्यूब' में थोकबन्द उत्पादन करने लगे। चन्द्रमाकी धरतीपर अपने चरण-चिन्ह अंकित करनेवाला मनुष्य, कोटि योजना दूर ग्रहों-नक्षत्रों पर पहुँचनेके लिए प्रस्तुत मनुष्य, नन्हेसे परमाणुमेंसे सीमातीत शक्ति प्राप्त करनेवाला मनुष्य अभी तो बहुत कुछ करेगा। लेकिन साथ ही उसके नैतिक

मूल्योका नाश न हो और उसका आध्यात्मिक उन्नयन भी इतनी ही तेजीमें होना रहे, यह आशा तो हमें करनी ही चाहिए। विज्ञान और आध्यात्मिक उन्नति हाथमें हाथ मिलाकर आगे बढ़े, इसीमें मनुष्यकी भलाई है। निरा विज्ञान और उमकी भौतिकवादी प्रगति मनुष्य जातिको सर्वनाश-के रास्ते पर खींच न ले जाए, यह देखना और इस सम्बन्धमें सतर्क रहना विचारकोण काम है। क्या वे सजग और सतर्क रहेंगे ?

पारिभाषिक शब्दावली

अणुकक्षक सिद्धान्त—molecular orbital theory	औपवीय सत्व—active principle
अणुसूत्र—molecular formula	कच्चा रंग—fugitive colour
अनुहरण—mimicry	कर्तनोपकरण—cutlery goods
अनुज्ञापक विधि—tracer technique	कान्तिसार (गजवल्ली)—steel
अन्त क्षेपण—injection	काँचिका—glaze
अपकेन्द्रित्र—centrifuge	किण्वन—fermentation
अपघर्षक—abrasive	केन्द्रक (नाभिक)—nucleus
अपचायक (अवकारक)—reducing agent	खटवास—rancidity
अपनति—anticline	खनिज सभार—ore-dusting
अपमार्जक (प्रक्षालक)—detergent	खुलीचुल्ली भट्ठी—open hearth
अभिनति—syncline	गत्यात्मक सिद्धान्त—kinetic theory
अर्धजीवनकाल—half life period	गालक—flux
अवक्षेपण—precipitation	चिकित्सान्वयी—chemotherapeutic
अष्टक नियम—law of octaves	छत्रकशैल—cap rock
असम—unsymmetrical	ढलवाँ लोहा—wrought iron
आक्सीकरण—oxidation	तन्तुवाय—spinneret
आयन—ion	तन्त्रान्वयी—systematic
आवर्त-सारणी—periodic table of elements	तन्य—ductile
आर्द्रता अवशोषी—hygroscopic	तन्यता—tenacity
आसजक—adhesive	तरल ऊष्मा अन्तरण—heat transfer fluid
आसुत—distilled	तापसुनम्य—thermoplastic
उत्प्रेरक—catalyser	तापस्थापित—thermosetting
उत्स्फोटन—blasting	तुल्यभार—equivalent weight
उभयधर्मी—amphotonic	तेल उत्प्लावन विधि—oil floatation method
ऊष्मागतिकी—thermo-dynamics	तैलीयद्रव्य—limpids
एकलक—monomer	त्र्यग्र—triode
एकदिशकारी—rectifier	दिक्स्थिति—orientation
ऐलकाली—alkali	धमनवात भट्ठी—blast furnace

धातवर्ध—malleable
 धातुमल—slag
 निद्रालु रोग—sleeping sickness
 निपिण्ड—block
 निस्तापन—calcination
 निस्सारण—extriation
 निक्षेप—deposits
 नोदक धुरीदण्ड—propeller shaft
 परतवन्दी—lamination
 परावर्तनभट्ठी—reverberatory furnace
 परमाणुवाद—atomic theory
 परिष्करणी—refinery
 पानी चढाना—tempering
 पिटवाँ लोहा—wrought iron
 पुनर्गठन (पुनरुत्पादन)—reformation
 पृथक्करण—separation
 पृष्ठ तनाव—surface tension
 प्रक्रिण्व—enzyme
 प्रकृत—normal
 प्रक्षोभक—agitator
 प्रतिवर्ती—reversible
 प्रभाजन—fractionation
 प्रसारगुणांक—coefficient of expansion
 प्रशीतक—refrigerator
 प्रावस्था नियम—phase rule
 फ्लोजिस्टनवाद—flogistor theory
 फेनिल रबर—foam rubber
 बन्ध—valency bond
 बन्धुता—affinity
 बहिर्वेशन—extrusion
 बहुलक—polymer
 बहुलीकरण—polymerisation
 भजन—cracking
 भर्जन—roasting
 आपविसक्रामक—autoclave

मात्रानुपाती अभिक्रिया—mass action
 माध्यमिक—intermediaries
 मूलक—radical
 मूलतत्त्व—element
 मूलानुपातीसूत्र—empirical formula
 वर्णक्रम—spectrum
 वर्णजन—chromogen
 वर्णवर्धक—ochromic
 वर्णलेखन—chromatography
 वर्णसूचक—chromophore
 विकिरणवर्मिता—radio activity
 विद्युद्दर्शी—electroscope
 विद्युद्विश्लेषण—electrolysis
 विद्युद्वारक—dielectric
 विलायक—solvent
 विवर्तन—diffraction
 शृंखला अभिक्रिया—chain reaction
 शुष्कक—drier
 संकुल—complex
 संकेन्द्रण (सान्द्रण)—concentration
 सघनन—condensation
 सचककरण—moulding
 सचर्वण—mastication
 संयोजकता—valency
 सजात श्रेणी—homologous series
 सम—iso
 सममिति—symmetry
 समस्थानिक—isotope
 समचक्रीय—homocycle
 सहसंयोजकता—covalency
 समावयव—isomer
 समूह—group
 संवर्गीकरणवाद—coordination theory
 सीसकक्ष—leadchamber
 सुरभित—aromatic
 हाइड्रोजनीकरण—hydrogenation

रहेगा उसे जग नहीं लगेगी। पता चला है कि टेकनिशियम भी यही काम करता है। उसके क्षार पर टेक्नेटके विलयनमें रखनेसे लोहेको जग नहीं लगता। रूहेनियम भी टेकनिशियमके ही जैसा है, परन्तु रेडियधर्मी न होनेके कारण वह सक्षारक-अवरोधनकी क्रिया नहीं करता।

हमारे देशमें श्री जमशेदजी नसरवानजी ताताने ताता आयरन एण्ड स्टील कम्पनी १९११-१२में स्थापित कर लोह-उद्योगकी नींव रखी। यह कारखाना बिहार राज्यके अन्तर्गत जमशेदपुर नामक स्थान पर है। १९२२में इण्डियन आयरन एण्ड स्टील कम्पनी, १९३३में मैसूरमें भद्रावतीका लोहेका कारखाना, १९३६में इण्डियन आयरन और बगाल आयरनका संयुक्त कारखाना—ये सब हमारे देशके लोह उद्योगकी प्रगतिके आधुनिक सीमाचित्र हैं। स्वतंत्र होनेके बादके कालमें पंचवर्षीय योजनाओंके अन्तर्गत रूरकेला, दुर्गापुर और भिलाईके कारखानोंका निर्माण हुआ है, जो विशेषरूपसे उल्लेखनीय हैं।

लोहेतर धातुएँ

लोहेतर धातुओंका अर्थ तो होता है लोहेके अतिरिक्त शेष सभी धातुएँ, परन्तु सामान्यतः ताँबा, एल्युमीनियम, सीसा, जस्ता, राँगा, निकल और मैग्नेशियम धातुओं तथा इनके विविध मिश्रणोंसे बनाई हुई मिश्रधातुओंको ही लोहेतर धातु कहा जाता है।

ताँबा—सबसे पहले ताँवे को ले। प्राचीन कालसे मनुष्य इसका उपयोग करता आ रहा है। एक जमाना था जब राजस्थानकी (खेतड़ी) भरी-पूरी खानोंसे खूब ताँबा निकाला जाता था। लेकिन आज तो विदेशोंसे आपातित ताँबा प्रचुर मात्रामे इस्तेमाल किया जाता है। यहाँ यह उल्लेखनीय है कि पिछले कुछ वर्षोंसे बिहारका इण्डियन कापर कारपोरेशन काफी सफलतासे ताँबा बना रहा है। ईसा पूर्व १००० से ५०० तकके ब्राह्मण ग्रन्थोंमें ताँवेका वर्णन 'लोहित धातु'के नामसे किया गया है। अथर्ववेदमें 'ताँवेकी छुरी'का उल्लेख मिलता है। सम्भवतः ताँवेकी छुरीका उपयोग यज्ञमें किया जाता रहा होगा। ताँवेके खनिजोंका वर्णन करते हुए उन्हें वजनमें भारी, रंगमें लाल, हरे या मटमैले बताया गया है। पुरातनकालका यह वर्णन ताँवेके आधुनिक खनिज मेलेचाइट, पाइराइट और रेड कॉपर पर अक्षरग लागू होता है।

ताँवेके खनिज—क्यू प्राइट (कॉपर आक्साइड) और मेलेचाइट (कॉपर कार्बोनेट)को कोयलेके साथ तपानेसे ताँवे को पृथक् किया जा सकता है। लेकिन इन खनिजोंका उपयोग सीमित है। क्योंकि ताँबा गंधकसे बड़ी जल्दी और सरलतासे संयोग करता है इसलिए प्रकृतिमें गन्धकित (सल्फाइड) ताम्रखनिज प्रचुर मात्रामे मिलते हैं और ताँवेका निस्सारण करनेके लिए अधिकाँग इन्हीं खनिजोंका उपयोग किया जाता है। ऐसे खनिजोंमें यदि डेढ़ या दो प्रतिशत ताँबा हो तब भी उनमेंसे ताँवेका शोधन आर्थिक दृष्टिसे लाभदायी होता है। इन गन्धकित खनिजोंमें पाइराइट, कॉपर ग्लान्स आदिके नाम गिनाये जा सकते हैं। फिर इसके साथ गन्धकित लोह भी मिलता है और थोड़े अनुपातमें सखिया, सीसा और राँगा भी रहता है। ऐसे जटिल मिश्रणसे शुद्ध ताँबा प्राप्त करनेका काम काफी कठिनाइयोंसे भरा होता है।

खनिजमेंसे ताँवेका शोधन करनेके लिए सबसे पहले खनिजका हवामे निस्तापन (calcine) किया जाता है। इस क्रियासे अतिरिक्त गन्धक और डायाक्साइड गैसके रूपमें पृथक् हो जाते